

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 900 876**

51 Int. Cl.:

F03D 17/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2019 PCT/DK2019/050281**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2020 WO20064072**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2019 E 19779360 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.11.2021 EP 3759344**

54 Título: **Un método para mejorar el informe de datos operativos de una turbina eólica**

30 Prioridad:

25.09.2018 DK PA201800635

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

18.03.2022

73 Titular/es:

**SCADA INTERNATIONAL A/S (100.0%)
A.C. Illums Vej 4A
8600 Silkeborg, DK**

72 Inventor/es:

LOVMAND, BO

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 900 876 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

Un método para mejorar el informe de datos operativos de una turbina eólica

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general al campo de las turbinas eólicas. Más específicamente, la presente invención se refiere en un primer aspecto a un método para mejorar el informe de datos operativos de una turbina eólica durante el funcionamiento de la misma.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere al uso de interpolación de datos relacionados con la energía total acumulada producida por una turbina eólica con respecto a dos segmentos de tiempo que determinan una producción de energía total estimada con respecto a dicho segmento de tiempo específico.

10 En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un producto de programa informático que se configura para realizar un método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a un sistema SCADA (Sistema de Adquisición de Datos y Control de Supervisión).

Antecedentes de la invención

15 Dentro del campo de las turbinas eólicas y su funcionamiento es habitual que el fabricante el cual ha fabricado la turbina eólica o sus partes sea diferente de la empresa responsable del funcionamiento de la turbina eólica o parque eólico.

20 Con el fin de asegurar o garantizar la economía viable del operador con respecto a la operación de una turbina eólica o un parque eólico, es habitual que se acuerde un contrato entre el fabricante de la turbina eólica o partes de la misma por un lado y el operador de la turbina eólica o parque eólico, por otro lado.

En dicho contrato se estipula qué tipos de fallas, errores y condiciones especiales que conducen a una producción de potencia perdida o reducida son responsabilidad del productor y qué tipos de fallas, errores y condiciones especiales que conducen a una producción de potencia perdida o reducida es responsabilidad del operador.

25 Normalmente, dicho contrato también contendrá un programa de cálculo detallado dividiendo el valor representado por la potencia producida por una turbina eólica entre el fabricante y el operador de acuerdo con un programa predeterminado de asignaciones. De este modo, el fabricante tendrá un incentivo para mejorar continuamente la calidad de los componentes que componen la turbina eólica con el fin de reducir el tiempo de inactividad de la turbina eólica. Esto eventualmente garantizará una producción de energía óptima.

30 Una turbina eólica se opera mediante el uso de un sistema de control el cual monitoriza un gran número de parámetros asociados con el funcionamiento de la turbina eólica.

La monitorización de los parámetros se realiza mediante el uso de una serie de sensores dispuestos en y sobre la turbina eólica. Cada sensor es responsable de detectar un parámetro específico o un grupo de parámetros.

35 El sistema de control está configurado para utilizar los parámetros detectados por los sensores como entradas en el cálculo de un procedimiento de retroalimentación. De esta manera, una turbina eólica se puede operar automáticamente de acuerdo con un algoritmo predeterminado usando parámetros monitorizados, detectados por un sensor, para crear una respuesta de retroalimentación la cual a su vez se usa para controlar la turbina eólica.

Además de utilizar los parámetros detectados por los sensores como entradas en el cálculo de un procedimiento de retroalimentación para controlar la turbina eólica, el sistema de control también se configura, a partir de los parámetros detectados, para determinar si ha ocurrido o no un evento crítico.

40 Un evento crítico hará que el sistema de control indique a la turbina eólica que se apague, es decir, que lleve la turbina eólica a un estado en el cual el rotor deje de girar para que no se produzca potencia.

45 Diversos valores de parámetros diferentes detectados por los sensores, o una combinación de los mismos, pueden conducir a una situación en la cual el sistema de control ha sido predeterminado para identificar un evento crítico y posteriormente apagar la turbina eólica. Cada una de estas situaciones de evento crítico está asociada con un ID de alarma asociado, el cual identifica qué tipo de evento crítico es la causa de la parada de la turbina eólica.

Los sensores también pueden detectar individual o colectivamente situaciones con respecto a las cuales el sistema de control se ha configurado para transmitir una señal de advertencia, lo que significa que algunos parámetros operativos de la turbina eólica necesitan una atención especial. Una advertencia no implica el apagado de la turbina eólica.

Normalmente, un sistema de control de una turbina eólica está acoplado a un sistema de monitorización el cual recibe y almacena, en un almacenamiento de datos, datos operativos relacionados con la operación de la turbina eólica.

5 Dichos datos operativos pueden comprender específicamente información relacionada con el ajuste y reinicio de diversas alarmas y advertencias que se envían al sistema de control, pero también se relacionan con información asociada con la magnitud de la potencia producida por la turbina eólica.

En consecuencia, los datos operativos pueden representar información valiosa en el proceso de determinar la cantidad de tiempo en el cual la turbina eólica, o partes específicas de la misma, han estado funcionando de manera adecuada o inadecuada, y especialmente pueden representar datos valiosos relacionados con la potencia que se está produciendo por la turbina eólica en un momento o período de tiempo determinados.

10 Como ya se ha indicado, dicha información se utiliza al dividir el valor representado por la potencia producida por una turbina eólica entre el operador, que opera la turbina eólica por un lado, y el fabricante o los fabricantes de la turbina eólica o partes de la misma, por otro lado.

15 Sin embargo, incluso en una situación en la cual no existe dicho contrato o en una situación en donde el término de dicho contrato ha expirado, es de gran interés para el operador de la turbina eólica obtener continuamente información relacionada con el estado operacional de la turbina eólica, que incluye información relativa a la producción de potencia instantánea de la turbina eólica con respecto a diferentes segmentos de tiempo.

Ahora, puede suceder que los datos recibidos por el sistema de monitorización a partir del sistema de control y relacionados con los datos operativos, no se estén transmitiendo correctamente a partir del sistema de control de la turbina eólica al sistema de monitorización.

20 En caso de que dichos datos relacionados se refieran a la potencia que está produciendo la turbina eólica en un tiempo o período de tiempo dados, los datos registrados por el sistema de monitorización no representan una imagen precisa de la eficiencia de la turbina eólica durante su funcionamiento.

25 Está claro que una imagen inexacta de la eficiencia de una turbina eólica durante los períodos de tiempo de su operación conducirá a una asignación del valor representado por la potencia producida por una turbina eólica entre el fabricante y el operador de una manera la cual se desvía de la situación real y, por lo tanto, la asignación real del valor que se produce no cumple con la intención original de acuerdo con lo estipulado en el contrato acordado entre el operador y el fabricante de la turbina eólica.

30 En cualquier caso, incluso en el caso de que no exista dicho contrato o en el caso de que el plazo de dicho contrato haya expirado, sigue siendo de gran interés para el operador de la turbina eólica obtener continuamente información relativa a la eficiencia de la turbina eólica.

La necesidad de monitorizar correctamente la cantidad de potencia producida por una turbina eólica se aplica igualmente bien con respecto a la potencia activa producida y la potencia reactiva producida por la turbina eólica.

Por consiguiente, persiste la necesidad de mejorar el informe de datos operativos de una turbina eólica durante el funcionamiento de la misma.

35 La presente invención en sus diversos aspectos busca satisfacer esta necesidad.

Por consiguiente, es un objetivo de la presente invención proporcionar métodos, usos y dispositivos los cuales mejoren el reporte de datos operativos de una turbina eólica durante el funcionamiento de la misma.

Se proporcionan ejemplos de soluciones de la técnica anterior en los documentos US2014203562 y EP2866190.

Breve descripción de la invención.

40 Estos objetivos se cumplen de acuerdo con el primer, segundo, tercer y cuarto aspecto de la presente invención.

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un método para mejorar el reporte de datos operativos de una turbina eólica durante el funcionamiento de la misma; dicho método comprende las etapas de:

i) controlar el funcionamiento de dicha turbina eólica mediante el uso de un sistema de control;

45 ii) con respecto a un segmento de tiempo predeterminado que permite que uno o más sensores detecten uno o más valores de parámetros que representan la magnitud de producción de potencia de dicha turbina eólica y permiten que dichos sensores transmitan dichos uno o más valores de parámetros a dicho sistema de control;

iii) a partir de dicho uno o más valores de parámetros transmitidos a dicho sistema de control en la etapa ii), permitir que dicho sistema de control determine una producción total de potencia dentro de dicho segmento de tiempo;

iv) a partir de dicho uno o más valores de parámetros transmitidos a dicho sistema de control, permitir que dicho sistema de control determine un valor acumulado, que representa una producción acumulada de energía por dicha turbina eólica hasta el final de dicho segmento de tiempo específico;

5 v) permitir que dicho sistema de control transmita, a un sistema de monitorización, los datos determinados en la etapa iii) y iv);

vi) repetir las etapas i) - v) con respecto a los segmentos de tiempo posteriores;

10 vii) con respecto a un intervalo de tiempo que comprende diversos de dichos segmentos de tiempo, permitir que dicho sistema de monitorización evalúe la confiabilidad de los datos relacionados con la producción total de energía en un segmento de tiempo específico de dicho intervalo de tiempo, y opcionalmente permitir que dicho sistema de monitorización corrija dichos datos en caso de que dicha información se evalúe como no confiable, obteniendo así datos corregidos relacionados con una producción total estimada de energía con respecto a uno o más segmentos de tiempo específicos dentro de dicho intervalo de tiempo.

15 En un segundo aspecto, la presente invención se refiere al uso de interpolación de datos relacionados con la energía total acumulada producida por una turbina eólica con respecto a dos segmentos de tiempo separados, separados por un segmento de tiempo específico, para determinar una producción de energía total estimada con respecto a dicho segmento de tiempo específico.

En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un producto de programa informático, el cual cuando se carga y/o funciona en un ordenador, está configurado para realizar un método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

20 En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a un sistema SCADA (Sistema de Adquisición de Datos y Control de Supervisión) que comprende un producto de programa informático como se define con respecto al tercer aspecto de la presente invención.

25 La presente invención en sus diversos aspectos proporciona la mejora del reporte de los datos operativos que recibe un sistema de monitorización a partir de un sistema de control de una turbina eólica durante el funcionamiento de la misma.

Especialmente la presente invención en sus diversos aspectos proporciona la corrección de datos faltantes o no confiables relacionados con la producción de energía de una turbina eólica.

30 Proporcionar datos más confiables relacionados con la cantidad real de tiempo en la cual una turbina eólica ha estado funcionando correctamente y/o la cantidad real de potencia producida también proporcionará, en consecuencia, una imagen más precisa del tiempo total que la turbina eólica ha estado sometida a las tensiones climáticas y al desgaste de las partes mecánicas que intervienen en la turbina eólica. Conocer con mayor precisión el tiempo total que ha estado funcionando la turbina eólica y/o la cantidad total de energía producida permitirá, en consecuencia, adherirse con mayor precisión a los protocolos de mantenimiento determinados por el fabricante de la turbina eólica y, por lo tanto, garantizará una duración de vida útil de la turbina eólica y, por lo tanto, también mejorará la seguridad del personal que trabaja en las proximidades de la turbina eólica.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 ilustra esquemáticamente algunos de los componentes de una turbina eólica empleada en la presente invención.

Descripción detallada de la invención

40 El primer aspecto de la presente invención.

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un método para mejorar el reporte de datos operativos de una turbina eólica durante el funcionamiento de la misma; comprendiendo dicho método las etapas de:

i) controlar el funcionamiento de dicha turbina eólica mediante el uso de un sistema de control;

45 ii) con respecto a un segmento de tiempo predeterminado que permite que uno o más sensores detecten uno o más valores de parámetros que representan la magnitud de producción de potencia de dicha turbina eólica y permiten que dichos sensores transmitan dichos uno o más valores de parámetros a dicho sistema de control;

iii) a partir de dicho uno o más valores de parámetros transmitidos a dicho sistema de control en la etapa ii), permitir que dicho sistema de control determine una producción total de energía dentro de dicho segmento de tiempo;

50 iv) a partir de dicho uno o más valores de parámetros transmitidos a dicho sistema de control, permitir que dicho sistema de control determine un valor acumulado, que representa una producción acumulada de energía por dicha turbina eólica hasta el final de dicho segmento de tiempo específico;

v) permitir que dicho sistema de control transmita, a un sistema de monitorización, los datos determinados en la etapa iii) y iv);

vi) repetir las etapas i) - v) con respecto a los segmentos de tiempo posteriores;

5 vii) con respecto a un intervalo de tiempo que comprende diversos de dichos segmentos de tiempo, permitir que dicho sistema de monitorización evalúe la confiabilidad de los datos relacionados con la producción total de energía en un segmento de tiempo específico de dicho intervalo de tiempo, y opcionalmente permitir que dicho sistema de monitorización corrija dichos datos en caso de que dicha información se evalúe como no confiable, obteniendo así datos corregidos relacionados con una producción total estimada de energía con respecto a uno o más segmentos de tiempo específicos dentro de dicho intervalo de tiempo.

10 Por consiguiente, en el método del primer aspecto de la presente invención, el uso de datos disponibles permite obtener información relativa a una producción acumulada de energía en un período de tiempo específico en una situación en donde dichos datos no están directamente disponibles.

15 En la descripción y en las reivindicaciones adjuntas, la definición de la invención del primer aspecto incluye el término "permitir" seguido de una acción la cual se permite realizar. A este respecto, cabe señalar que la acción que sigue al término "permitir" no debe interpretarse como una característica opcional que puede o no estar incluida. Más bien, el término "permitir", tal como se utiliza en las definiciones de la presente invención, debe interpretarse de tal manera que, en la invención, la acción que sigue al término "permitir" se lleve a cabo (obviamente, teniendo en cuenta cualquier requisito previo condicional establecido o implícito).

20 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho sistema de monitorización evalúa los datos como no confiables, por una o más de las siguientes razones:

- los datos con respecto a uno o más de dichos segmentos de tiempo que serán transmitidos por dicho sistema de control no han sido recibidos por dicho sistema de monitorización; y/o

- los datos relacionados con la producción acumulada de energía por dicha turbina eólica indican que dicha producción acumulada disminuye con el tiempo; y/o

25 - los datos relativos a la producción acumulada de energía por dicha turbina eólica indican que dicha producción acumulada aumenta con el tiempo en más de lo teóricamente posible, considerando la potencia máxima nominal de dicha turbina eólica; y/o

- reemplazo del medio de almacenamiento en el sistema de control, tal como una unidad flash; y/o

- valor incorrecto introducido manualmente por un técnico; y/o

30 - datos relacionados con la producción acumulada de energía por dicha turbina eólica, saltos no confiables debido a la sustitución de un controlador o el control; y/o

- corrección intencionada o no intencionada del reloj del sistema del sistema de control; y/o

- corrección intencionada o no intencionada del reloj del sistema de monitorización y/o

- sincronizar datos de un sistema de monitorización a otro sistema de monitorización.

35 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, los valores de los parámetros que representan la producción de potencia de dicha turbina eólica como se determina en la etapa ii) se refieren a uno o más de los siguientes:

- potencia promedio producida con respecto a dicho segmento de tiempo; y/o

- producción total de energía con respecto a dicho segmento de tiempo.

40 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, los datos que se evalúan como no confiables se corrigen mediante interpolación de datos.

De este modo se logra con el método del primer aspecto proporcionar datos más precisos relacionados con la productividad de la turbina eólica.

45 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención y con respecto a un segmento específico con respecto al cual la producción total de energía en ese segmento de tiempo se evalúa como no confiable, dicha producción total estimada de energía se encuentra realizando una interpolación entre datos relacionados con una producción acumulada de energía por dicha turbina eólica hasta el final de un primer segmento de tiempo y datos relacionados con una producción acumulada de energía por dicha turbina eólica hasta el final de un segundo segmento de tiempo; en donde dicho primer segmento de tiempo precede a dicho segmento específico, y en donde dicho segundo segmento de tiempo sigue dicho segmento de tiempo específico.

La interpolación de tales datos proporciona de forma confiable datos que representan una imagen más precisa del estado operativo de la turbina eólica, especialmente en términos de la productividad de la turbina eólica.

5 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, el intervalo de tiempo tiene una duración seleccionada entre los rangos de 1 - 300 minutos, tal como 2 - 270 minutos, por ejemplo 3 - 240 minutos, tal como 4 - 210 minutos, tal como 5 - 180 minutos, por ejemplo 6 - 120 minutos, tal como 7 - 90 minutos, por ejemplo, 8 - 60 minutos, tal como 9 - 45 o 10 - 30 minutos.

Dichos intervalos de tiempo han demostrado ser adecuados para poner en práctica el método del primer aspecto de la presente invención.

10 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, los segmentos de tiempo tienen una duración seleccionada entre los rangos de 0.1 a 1800 segundos, tal como 0.5 - 1500 segundos, tal como 1 - 1200 segundos, por ejemplo 2 - 900 segundos, tal como 3 - 600 segundos, tal como 4 - 500 segundos, por ejemplo, 5 - 400 segundos, tal como 6 - 300 segundos, por ejemplo 7 - 200 segundos, tal como 8 - 150 segundos, por ejemplo 9 - 100 segundos, tal como 10 - 80 segundos, tal como 15 - 60 segundos o 30 - 45 segundos.

15 Estas duraciones de segmentos de tiempo son adecuadas para ser empleadas en el método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, cada segmento de tiempo dentro de dicho intervalo de tiempo tiene duraciones iguales.

De este modo, el manejo de datos se vuelve menos complicado.

20 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, el método se realiza automáticamente.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, el método se realiza de forma continua o regular con respecto a intervalos de tiempo sucesivos.

Estas dos realizaciones aseguran convenientemente una mejora continua del reporte de datos operativos.

25 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, uno o más de dichos sensores en la etapa ii) detecta uno o más valores de parámetros que representan la producción de potencia activa de dicha turbina eólica y/o la producción de potencia reactiva de dicha turbina eólica y/o energía activa producida por dicha turbina eólica y/o energía reactiva producida por dicha turbina eólica.

De este modo se puede obtener una imagen más precisa que refleje la verdadera situación operativa de la turbina eólica.

30 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, el método implica mantener un registro de datos, registrar un conjunto de datos que se origina en dicho sistema de monitorización y que se relaciona con una o más de las siguientes entradas: datos determinados en la etapa ii) y/o iii) y/o iv); marcas de tiempo de inicio y/o final de segmentos de tiempo individuales dentro de dicho intervalo de tiempo; datos corregidos como se determinó en la etapa vii); marcas de tiempo relativas al inicio y/o al final de dicho intervalo de tiempo.

35 Mantener un registro de datos asegura la capacidad de inspeccionar los datos los cuales se han registrado en un momento posterior al momento del registro.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, los datos corregidos determinados en la etapa vii) se refieren a una producción total estimada de energía en uno o más segmentos de tiempo específicos de dicho intervalo de tiempo.

40 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, se mantiene un primer registro de datos original el cual registra y almacena los datos originales recibidos por el sistema de monitorización; y en donde se mantiene un segundo registro de datos, el cual registra y almacena registros de datos corregidos que representan datos originales que han sido corregidos por el método de acuerdo con la invención del primer aspecto.

Por este medio, los datos originales se pueden distinguir fácilmente de los datos corregidos.

45 El segundo aspecto de la presente invención

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere al uso de interpolación de datos relacionados con la energía total acumulada producida por una turbina eólica con respecto a dos segmentos de tiempo separados, separados por un segmento de tiempo específico, para determinar una producción de energía total estimada con respecto a dicho segmento de tiempo específico.

En una realización del uso de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, los datos relativos a la energía total acumulada producida por una turbina eólica con respecto a dicho segmento de tiempo específico son datos los cuales faltan o que se consideran no confiables.

- 5 En una realización del uso de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, el uso implica la determinación, por medición, de dicha energía total acumulada producida con respecto a dichos dos segmentos de tiempo separados.

El tercer aspecto de la presente invención

- 10 En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un producto de programa informático, el cual cuando se carga y/o funciona en un ordenador, está configurado para realizar un método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

El cuarto aspecto de la presente invención.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a un sistema SCADA (Sistema de Adquisición de Datos y Control de Supervisión) que comprende un producto de programa informático como se define con respecto al tercer aspecto de la presente invención.

- 15 Con referencia a la figura con el fin de ilustrar mejor la presente invención, la Figura 1 es un diagrama esquemático el cual de una manera muy simplificada ilustra el funcionamiento de una turbina eólica.

La Figura 1 muestra la turbina eólica WT la cual está siendo controlada por un sistema de control CS de acuerdo con un algoritmo de control predeterminado. Diversos sensores $S_1, S_2, S_3 \dots S_N$ detectan diversos valores de parámetros durante el funcionamiento de la turbina eólica. Estos valores de parámetros se transmiten al sistema de control CS.

- 20 En consecuencia, los valores de los parámetros que se transmiten al sistema de control se utilizan como entrada en el algoritmo que determina una reacción de retroalimentación adecuada con respecto al funcionamiento de la turbina eólica.

Se envían diversos datos de funcionamiento a un sistema de monitorización MS durante el funcionamiento de la turbina eólica.

- 25 Además de simplemente recibir valores de parámetros de los sensores $S_1, S_2, S_3 \dots S_N$ y proporcionar retroalimentación en el funcionamiento de la turbina eólica, el sistema de control CS también se configura, a partir de los valores de parámetros recibidos de los sensores $S_1, S_2, S_3 \dots S_N$, para determinar si se ha encontrado o no un evento crítico el cual pueda poner en peligro la integridad a corto y/o largo plazo de la turbina eólica o de sus componentes. La determinación de si ha ocurrido o no un evento crítico se proporciona de acuerdo con un algoritmo predeterminado.
- 30

En caso de que el sistema de control detecte que está presente un evento crítico, el sistema de control instruye a la turbina eólica WT para que se apague.

- 35 El sistema de control también está configurado, a partir de los datos recibidos de los sensores $S_1, S_2, S_3 \dots S_N$ para proporcionar una advertencia en caso de que ciertos componentes o combinación(es) de los mismos requieran una atención especial. Una advertencia no hará que la turbina eólica se apague.

En consecuencia, el sistema de control CS proporciona al sistema de monitorización MS información operativa OI relativa al estado operativo de la turbina eólica WT, con información de alarma AI relativa a los ajustes de una o más alarmas durante el funcionamiento de la turbina eólica e información de advertencia WI relativa a la provisión de advertencias las cuales requieren una atención especial durante el funcionamiento de la turbina eólica WT.

- 40 Parte de la información operativa OI puede relacionarse con la potencia instantánea que está produciendo la turbina eólica, ya sea momentáneamente o durante un segmento de tiempo, tal como se expresa como una producción de potencia media durante dicho segmento de tiempo.

La información relativa a la potencia instantánea producida por la turbina eólica es detectada por uno o más de los sensores $S_1, S_2, S_3 \dots S_N$.

- 45 La información operativa OI, la información de alarma AI y la información de advertencia WI recibida por el sistema de monitorización MS pueden registrarse en un registro de datos DL. A partir del registro de datos DL se puede recuperar un informe operativo OR, que establece detalles relacionados con el funcionamiento de la turbina eólica, especialmente la duración de los períodos de tiempo en los cuales la turbina eólica WT o componentes específicos de la misma funcionan correctamente o no.

- 50 El informe operativo OR se utiliza en el cálculo del reparto del valor representado por la potencia producida por la turbina eólica entre el operador de la turbina eólica por un lado y el fabricante de la turbina eólica, o partes de la misma por otro lado.

Además, la información valiosa relacionada con la potencia que se está produciendo se puede inspeccionar del informe operativo OR con fines de interés general.

5 En una situación en la cual, por cualquier motivo, el sistema de monitorización MS no recibe información correcta relacionada con la información operativa OI, está claro que el registro de datos DL, a partir del cual se recupera el informe operativo OR, no reflejará el verdadero estado operativo de la turbina eólica WT.

En caso de que los datos los cuales el sistema de monitorización no haya recibido, relacionados con la producción de potencia, no estará disponible información valiosa y confiable relacionada con la verdadera eficiencia de la turbina eólica.

10 Por lo tanto, el cálculo del valor representado por la potencia producida por la turbina eólica, y la asignación de la misma, entre el operador de la turbina eólica, por un lado, el fabricante de la turbina eólica, o partes del mismo, por otro lado, no se realizará de acuerdo con las intenciones originales acordadas.

Además, en general en dicha situación no estará disponible una imagen correcta de la eficiencia de la turbina eólica.

La presente invención en sus diversos aspectos busca aliviar o incluso eliminar dichos problemas.

15 Con referencia de nuevo a la Figura 1, la información corregida o estimada obtenida en el método del primer aspecto de la presente invención puede registrarse en un registro de datos corregidos CDL a partir de la cual se puede recuperar un informe operativo corregido COR.

Ejemplos

Ejemplo 1

Este ejemplo ilustra el funcionamiento de una turbina eólica de 3 MW que funciona con un sistema de control.

20 El sistema de control recibe uno o más valores de parámetros que representan la producción de potencia de dicha turbina eólica a partir de uno o más sensores que están acoplados a ese sistema de control. A partir de los valores de los parámetros que se transmiten a partir del sensor o de los sensores, el sistema de control determina una producción total de potencia con respecto a los sucesivos segmentos de tiempo.

25 Además, el sistema de control también calcula un valor acumulado, que representa una producción acumulada de energía por la turbina eólica hasta el final de cada uno de los segmentos de tiempo.

La información relativa a la producción total de potencia con respecto a segmentos de tiempo sucesivos y la información relativa a la producción de potencia acumulada por la turbina eólica hasta el final de cada uno de los segmentos de tiempo se transmiten a un sistema de monitorización.

30 La Tabla 1 a continuación ilustra datos que han sido transmitidos por el sistema de control y los cuales han sido recibidos por el sistema de monitorización.

Tabla 1

Marca de tiempo en el fin del segmento	Potencia promedio producida (kW)	Producción de energía en el segmento (kWh)	Producción acumulada de energía por la turbina eólica hasta el fin de dicho segmento de tiempo (kWh)
10:00	2,400	400	231,423,1000
10:10	2,400	400	231,423,1400
10:20	2,400	400	231,423,1800
10:30	Sin datos	Sin datos	Sin datos
10:40	Sin datos	Sin datos	Sin datos
10:50	2,400	400	231,423,2600
11:00	2,400	400	231,423,3000
11:10	2,400	400	8,231,423,8000
11:20	2,400	400	8,231,423,8400

La Tabla 1 ilustra los datos recopilados en un intervalo de tiempo que tiene puntos finales que oscilan entre las 10:00 y las 11:20. Los segmentos de tiempo sucesivos están separados por un período de tiempo de 10 minutos.

35 Se ve en la tabla 1 que el sistema de control ha registrado marcas de tiempo con respecto a los datos detectados. Estas marcas de tiempo aparecen en la columna más a la izquierda. Además, como aparecen en la segunda columna, también los datos relativos a la potencia media producida con respecto a cada segmento de tiempo de 10 min.

A partir de las dos primeras columnas, el sistema de control calcula la producción de energía en cada segmento de tiempo (el producto de la duración de cada segmento de tiempo y la potencia media producida en ese segmento de tiempo). Estos valores aparecen en la tercera columna de la tabla 1.

- 5 Finalmente, el sistema de control también ha transmitido al sistema de monitorización datos relativos a una producción acumulada de energía por la turbina eólica hasta el final de dicho segmento de tiempo. Estos datos aparecen en la columna de la derecha.

Ahora, por alguna razón, se han perdido datos en la transmisión a partir del sistema de control al sistema de monitorización. Los datos que faltan son datos con respecto a segmentos de tiempo de 10 minutos, duración que termina a las 10:30 y 10:40, respectivamente.

- 10 En consecuencia, sin realizar ninguna acción, el sistema de monitorización tendría que excluir la información relativa a la producción de energía producida en los segmentos de tiempo que terminan a las 10:30 y 10:40, respectivamente.

Sin embargo, el método del primer aspecto de la presente invención permite proporcionar una estimación de la producción total de potencia con respecto a estos segmentos de tiempo.

- 15 Se llega a estas estimaciones realizando una interpolación entre la producción acumulada de energía por la turbina eólica (última columna) con respecto al segmento de tiempo que termina inmediatamente antes del segmento de tiempo que termina a las 10:30 (es decir, el segmento de tiempo que termina a las 10:20) y el segmento de tiempo que termina inmediatamente después del segmento de tiempo que termina a las 10:40 (es decir, el segmento de tiempo que termina a las 10:50).

- 20 Por la presente, con respecto a los segmentos de tiempo que terminan a las 10:30 y 10:40, respectivamente, encontramos que una producción de energía estimada en los segmentos de tiempo que terminan a las 10:30 y 10:40, respectivamente es:

$$(231,423,2600 \text{ kWh} - 231,423,1800 \text{ kWh} - 400 \text{ kWh}) / 2 = 200 \text{ kWh}$$

- 25 También se observa en la Tabla 1 que en algún momento del período entre las 11:00 y las 11:10 los datos relacionados con la producción acumulada de energía por la turbina eólica hasta el final del segmento de tiempo correspondiente saltan repentinamente en una magnitud muy grande (de 231,423,3000 kWh a 8,231,423,8000 kWh). Como la turbina eólica de este ejemplo es una turbina de 3 MW, está claro que el valor de 8,231,423,8000 kWh no puede ser correcto.

- 30 En caso de que la información relativa a una producción de energía acumulada por la turbina eólica hasta el final de dicho segmento de tiempo fuera la única información que estaba siendo registrada por el sistema de monitorización, no hay reportes adecuados relacionados con la producción de energía en el segmento relacionado con el período de tiempo de 11:00 a 11:10, ya que estos datos necesariamente tendrían que calcularse a partir de los datos relacionados con la producción acumulada de energía (columna más a la derecha).

De acuerdo con el método del primer aspecto de la presente invención, es posible proporcionar una estimación de la magnitud de la producción de energía en el segmento de tiempo que va de las 11:00 a las 11:10.

- 35 En consecuencia, utilizando los datos relacionados con la potencia media producida en el segmento específico que va de 11:00 a 11:10 (= 2,400 kW), la producción de energía estimada en el segmento que va de 11:00 a 11:10 puede ser evaluado como:

$$2,400 \text{ kW} \times 1/6 \text{ h} = 400 \text{ kWh}$$

En consecuencia, este valor puede registrarse y almacenarse, tal como en un registro de datos corregido, como una producción total estimada de energía con respecto al segmento de tiempo que varía de 11:00 a 11:10.

- 40 Además, la producción total estimada de energía con respecto al segmento de tiempo que varía de 11:00 a 11:10 de 400 kWh puede emplearse para proporcionar datos estimados relacionados con la producción acumulada de energía por la turbina eólica hasta el final del segmento de tiempo que termina a las 11:10. Estos datos estimados serían entonces:

$$231,423,3000 \text{ kWh} + 400 \text{ kWh} = 231,423,3400 \text{ kWh}.$$

- 45 Ejemplo 2

En este ejemplo se usa la misma turbina eólica con sus componentes correspondientes que se empleó en el Ejemplo 1.

La Tabla 2 a continuación ilustra datos los cuales han sido transmitidos por el sistema de control y los cuales han sido recibidos por el sistema de monitorización.

- 50

Tabla 2

Marca de tiempo en el fin del segmento	Potencia promedio producida (kW)	Producción de energía en el segmento (kWh)	Producción acumulada de energía por la turbina eólica hasta el fin de dicho segmento de tiempo (kWh)
10:00	2,400	400	231,423,1000
10:10	2,400	400	231,423,1400
10:20	Sin datos	Sin datos	Sin datos
10:30	Sin datos	Sin datos	Sin datos
10:40	2,400	400	600
10:50	2,400	400	1,000

Se ve en la Tabla 2 que el sistema de monitorización pierde la fecha transmitida a partir del sistema de control con respecto a los segmentos de tiempo que tienen puntos finales a las 10:20 y 10:30, respectivamente.

- 5 También se ve en la Tabla 2 que durante el período de tiempo de datos faltantes, el contador que cuenta una producción acumulada de energía por la turbina eólica hasta el final de dicho segmento de tiempo (columna más a la derecha en la Tabla 2), se ha reiniciado (como lo demuestra el hecho de que el contador está en 600 kWh al final del segmento de tiempo que termina a las 10:40).

- 10 La producción total estimada de energía con respecto a los segmentos de tiempo que terminan a las 10:20 y 10:30, respectivamente, se puede estimar como:

$$(600 \text{ kWh} - 400 \text{ kWh})/2 = 100 \text{ kWh}.$$

En consecuencia, este valor puede registrarse y almacenarse, tal como en un registro de datos corregido, como una producción total estimada de energía con respecto al segmento de tiempo que termina a las 11:20 y 11:30, respectivamente.

- 15 El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

Lista de numerales de referencia

WT Turbina eólica

CS Sistema de control

MS Sistema de monitorización

- 20 DL Registro de datos

OR Informe operacional que se origina a partir del registro de datos

CDL Registro de datos corregido

COR Informe operacional corregido que se origina a partir del registro de datos corregido

AI Información de alarma

- 25 WI Información de advertencia

OI Información operativa

S₁ Sensor número 1 que monitoriza el funcionamiento de la turbina eólica

S₂ Sensor número 2 que monitoriza el funcionamiento de la turbina eólica

S₃ Sensor número 3 que monitoriza el funcionamiento de la turbina eólica

- 30 S_N Sensor número N que monitoriza el funcionamiento de la turbina eólica

REIVINDICACIONES

1. Un método para mejorar el reporte de datos operacionales de una turbina eólica (WT) durante el funcionamiento de la misma; comprendiendo dicho método las etapas de:

- 5 i) controlar el funcionamiento de dicha turbina eólica (WT) mediante el uso de un sistema de control (CS);
ii) con respecto a un segmento de tiempo predeterminado que permite a uno o más sensores ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_N$) detectar uno o más valores de parámetros que representan la magnitud de la producción de potencia de dicha turbina eólica y permitir que dichos sensores transmitan dichos uno o más valores de parámetros a dicho sistema de control (CS);
10 iii) a partir de dicho uno o más valores de parámetros transmitidos a dicho sistema de control (CS) en la etapa ii), permitir que dicho sistema de control determine una producción total de energía dentro de dicho segmento de tiempo;
iv) a partir de dicho uno o más valores de parámetros transmitidos a dicho sistema de control (CS), permitir que dicho sistema de control determine un valor acumulado, que representa una producción acumulada de energía por dicha turbina eólica hasta el final de dicho segmento de tiempo específico;
15 v) permitir que dicho sistema de control (CS) transmita, a un sistema de monitorización (MS), los datos determinados en las etapas iii) y iv);
vi) repetir las etapas i) - v) con respecto a los segmentos de tiempo posteriores;
vii) con respecto a un intervalo de tiempo que comprende diversos de dichos segmentos de tiempo, permitir que dicho sistema de monitorización (MS) evalúe la confiabilidad de los datos relacionados con la producción total de energía
20 en un segmento de tiempo específico de dicho intervalo de tiempo, y opcionalmente permitir dicho sistema de monitorización (MS) para corregir dichos datos en caso de que dicha información se evalúe como no confiable, obteniendo así datos corregidos relacionados con una producción total estimada de energía con respecto a uno o más segmentos de tiempo específicos dentro de dicho intervalo de tiempo.

25 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde en la etapa vii) dichos datos son evaluados como no confiables por dicho sistema de monitorización (MS), por una o más de las siguientes razones:

- datos con respecto a uno o más de dichos segmentos de tiempo para ser transmitidos por dicho sistema de control (CS) no recibidos por dicho sistema de monitorización (MS); y/o
30 - datos relacionados con la producción acumulada de energía por dicha turbina eólica (WT) indican que dicha producción acumulada disminuye con el tiempo; y/o
- datos relativos a la producción acumulada de energía por dicha turbina eólica (WT) indican que dicha producción acumulada aumenta con el tiempo en más de lo que es teóricamente posible, considerando la potencia máxima nominal de dicha turbina eólica; y/o
35 - reemplazo del medio de almacenamiento en el sistema de control, tal como una unidad flash; y/o
- valor incorrecto introducido manualmente por un técnico; y/o
- datos relacionados con la producción acumulada de energía por dicha turbina eólica (WT) saltan de manera poco confiable debido al reemplazo de un controlador o el control; y/o
40 - corrección intencionada o no intencionada del reloj del sistema del sistema de control; y/o
- corrección intencionada o no intencionada del reloj del sistema del sistema de monitorización y/o
- sincronización de datos de un sistema de monitorización a otro sistema de monitorización.

45 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde dichos valores de parámetros que representan la producción de energía de dicha turbina eólica como se determina en la etapa ii) se refieren a uno o más de los siguientes:

- potencia promedio producida con respecto a dicho segmento de tiempo; y/o
- producción total de energía con respecto a dicho segmento de tiempo.

50 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde en la etapa vii) dichos datos que se evalúan como no confiables se corrigen por interpolación de datos.

55 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde con respecto a un segmento específico con respecto al cual la producción total de energía en ese segmento de tiempo se evalúa como no confiable, dicha producción total estimada de energía se encuentra realizando una interpolación entre los datos relacionados a una producción acumulada de energía por dicha turbina eólica hasta el final de un primer segmento de tiempo, y datos relacionados con una producción acumulada de energía por dicha turbina eólica hasta el final de un segundo segmento de tiempo; en donde dicho primer segmento de tiempo precede a dicho segmento específico, y en donde dicho segundo segmento de tiempo sigue dicho segmento de tiempo específico.

60 6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada segmento de tiempo dentro de dicho intervalo de tiempo tiene duraciones iguales.

65 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho método se realiza automáticamente;

y/o

en donde dicho método se realiza de forma continua o regular con respecto a intervalos de tiempo sucesivos.

- 5 8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde uno o más de dichos sensores ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_N$) en la etapa ii) detecta uno o más valores de parámetros que representan la producción de potencia activa de dicha turbina eólica y/o la producción de potencia reactiva de dicha turbina eólica y/o energía activa producida por dicha turbina eólica y/o energía reactiva producida por dicha turbina eólica.
- 10 9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho método implica mantener un registro de datos (DL), registrar un conjunto de datos que se origina en dicho sistema de monitorización (MS) y que se relaciona con una o más de las siguientes entradas: datos determinados en etapa ii) y/o iii) y/o iv); marcas de tiempo de inicio y/o final de segmentos de tiempo individuales dentro de dicho intervalo de tiempo; datos corregidos como se determinó en la etapa vii); marcas de tiempo relativas al inicio y/o al final de dicho intervalo de tiempo.
- 15 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde dichos datos corregidos determinados en la etapa vii) se refieren a una producción total estimada de energía en uno o más segmentos de tiempo específicos de dicho intervalo de tiempo;
y/o
20 en donde se mantiene un primer registro de datos original (DL) que registra y almacena los datos originales recibidos por el sistema de monitorización; y en donde se mantiene un segundo registro de datos (CDL), el cual registra y almacena registros de datos corregidos que representan datos originales los cuales han sido corregidos por el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 25 11. Uso de la interpolación de datos proporcionados por un método de acuerdo con la reivindicación 1, relativo a la energía total acumulada producida por una turbina eólica (WT) con respecto a dos segmentos de tiempo separados, separados por un segmento de tiempo específico, para determinar una producción de energía total estimada con respecto a dicho segmento de tiempo específico.
- 30 12. Uso de acuerdo con la reivindicación 11, en donde los datos relativos a la energía total acumulada producida por una turbina eólica (WT) con respecto a dicho segmento de tiempo específico son datos que faltan o que se consideran no confiables.
- 35 13. Uso de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en donde dicho uso implica la determinación, por medición, de dicha energía total acumulada producida con respecto a dichos dos segmentos de tiempo separados.
- 40 14. Un producto de programa informático que comprende instrucciones las cuales, cuando el programa es ejecutado por un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo las etapas de un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 – 10.
15. Un sistema SCADA (Sistema de Adquisición de Datos y Control de Supervisión) que comprende un producto de programa informático como se define en la reivindicación 14.

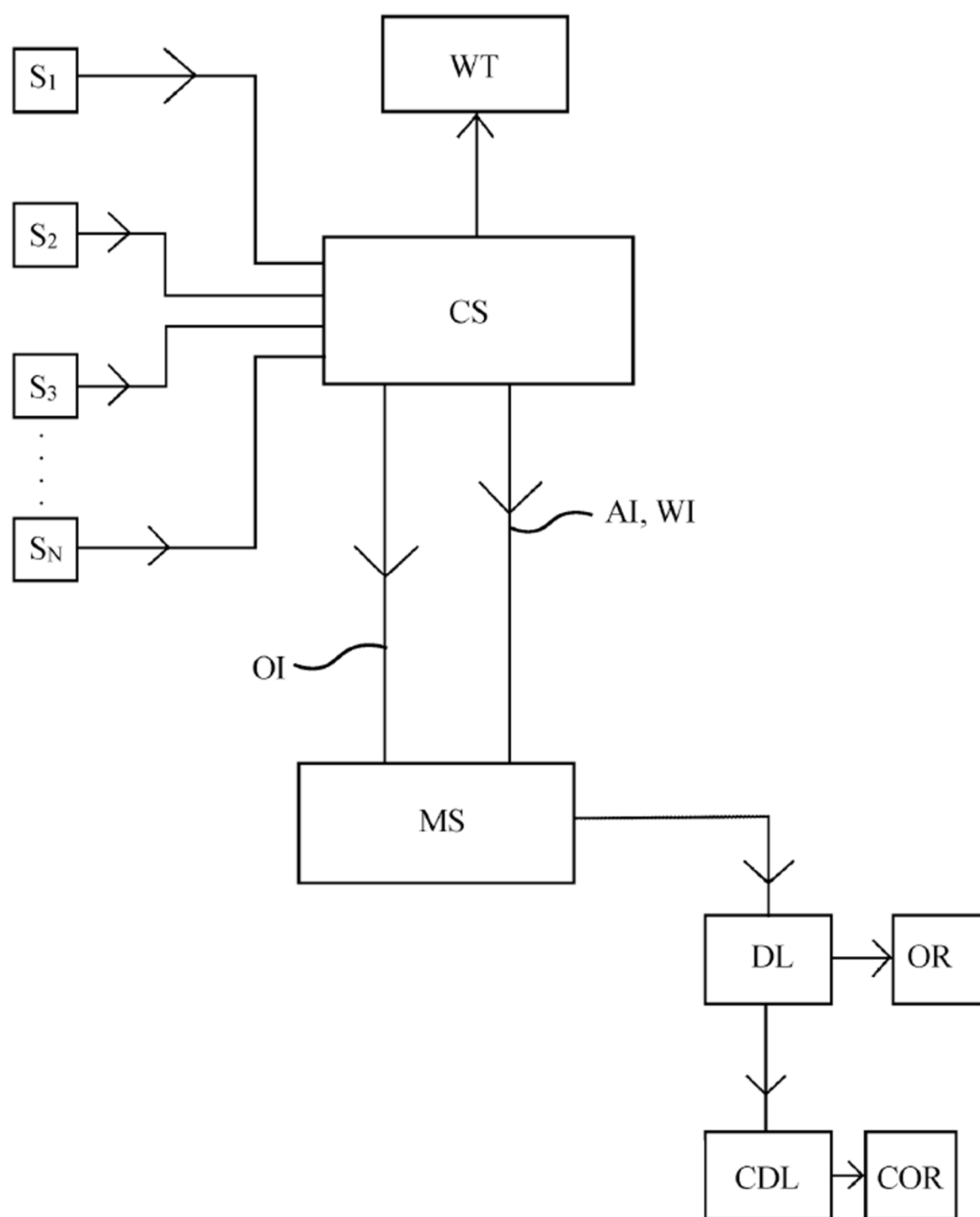


Fig. 1