

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 796**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2009** **E 09161445 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018** **EP 2131038**

54 Título: **Sistema y procedimiento para adquisición de datos de eventos de disparo y turbina eólica que incorpora los mismos**

30 Prioridad:

03.06.2008 US 132274

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

17.09.2018

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

HAMBY, JOHN C. y
BROWN, SUSAN J.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 681 796 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

Sistema y procedimiento para adquisición de datos de eventos de disparo y turbina eólica que incorpora los mismos

La presente invención se refiere en general a turbinas eólicas, y más particularmente, a un sistema y procedimiento para adquirir datos de eventos de disparo en turbinas eólicas.

5 Recientemente, las turbinas eólicas han recibido una creciente atención como fuente de energía alternativa relativamente barata y medioambientalmente segura con cero emisiones de gases de efecto invernadero (GHG). Con este creciente interés, se han realizado esfuerzos considerables para desarrollar turbinas eólicas que sean fiables y eficientes.

10 Generalmente, las turbinas eólicas usan el viento para generar electricidad. El viento hace girar una o más palas conectadas a un buje, en el que las palas y el buje pueden comprender un rotor. El impulso de volteo de las palas provocado por el viento hace girar un árbol conectado al rotor, que conecta a un generador que genera electricidad. Concretamente, el rotor se monta con una carcasa o góndola, que se posiciona en la parte superior de un entramado o torre tubular. Las turbinas eólicas de grado de compañía (por ejemplo, turbinas eólicas diseñadas para proporcionar energía eólica a una red eléctrica) pueden tener grandes rotores (por ejemplo, de 30 m o más de diámetro). Las palas de estos rotores transforman la energía eólica en un par o fuerza de rotación que acciona uno o más generadores, acoplados rotativamente al rotor a través de una caja de engranajes. La caja de engranajes puede usarse para incrementar la velocidad de rotación inherentemente baja del rotor de la turbina para que el generador convierta eficientemente la energía mecánica en energía eléctrica, que se proporciona a una red eléctrica. Algunas turbinas utilizan generadores que están acoplados directamente al rotor sin el uso de una caja de engranajes.

20 Se usan convertidores de potencia para transferir la potencia desde el generador a una conexión de red. En operación, un nivel requerido de energía pasa a través de un enlace en CC del convertidor de potencia. Bajo ciertas condiciones (por ejemplo, condiciones de transitorios de potencia), existen temporalmente elevados desajustes de potencia entre el rotor y la conexión a la red y los transitorios de tensión quedan amplificados de modo que el nivel de tensión en el enlace de CC puede incrementarse por encima de los niveles permitidos o nominales normales. Por 25 ello, las turbinas eólicas han de ser capaces de absorber o desviar el nivel de potencia excesivo.

Los subsistemas de control del paso se usan para rotar las palas alrededor de su axil o eje longitudinal. En algunas turbinas eólicas conocidas se usa un controlador electrónico en conjunto con un mecanismo de regulación del paso de las palas para regular el paso de las palas alrededor de sus ejes longitudinales respectivos para controlar la producción de potencia de la turbina eólica. Pueden proporcionarse motores para regular el paso de las palas mientras el rotor está girando. El subsistema de control del paso puede usarse también para estabilizar las palas durante condiciones de tormenta.

Pueden usarse controladores de turbina para supervisar muchos parámetros de operación de la turbina eólica, y diversas condiciones medioambientales (por ejemplo, velocidad del viento, temperatura ambiente, etc.). Además, el controlador de la turbina eólica puede dar instrucciones a diversos subsistemas de la turbina eólica para ajustar diversos modos de operación para compensar o reaccionar ante cambios en las condiciones ambientales. Véanse los documentos US 2004/264082 y US 2006/070435, por ejemplo.

Puede verse que algunas turbinas eólicas comprenden tres subsistemas, el subsistema de control del paso, el subsistema del convertidor de potencia y el subsistema del controlador de turbina eólica. Los datos de sensores desde cada uno de estos subsistemas pueden ser útiles en la determinación de cuándo y por qué ocurrió un evento de fallo o disparo. Hasta la fecha, ningún sistema simple ha proporcionado un medio para obtener y consolidar los datos relevantes de cada uno de estos tres subsistemas listados anteriormente.

En consecuencia, existe una necesidad de un sistema y procedimiento mejorado para adquirir y analizar datos desde múltiples subsistemas en una turbina eólica.

Por ello se proporciona la presente invención, tal como se define por las reivindicaciones adjuntas.

45 Se describirán ahora diversos aspectos y realizaciones de la presente invención en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva lateral de una turbina eólica construida de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención.

50 La Figura 2 es una vista en perspectiva recortada de una góndola de la turbina eólica ejemplar mostrada en la Figura 1.

La Figura 3 es un diagrama de bloques de una configuración ejemplar del sistema para el control y supervisión de la turbina eólica mostrado en la Figura 1.

La Figura 4 es un diagrama de bloques del sistema construido de acuerdo con diversas realizaciones ejemplares de la presente invención.

Diversas realizaciones de la presente invención incluyen un sistema y procedimiento para adquirir y analizar datos operacionales obtenidos desde una turbina eólica. Diversos efectos técnicos de diversas realizaciones incluyen adquirir datos operacionales desde uno o más de los subsistemas de la turbina eólica. Otros efectos técnicos incluyen la supervisión y análisis de los datos operacionales para determinar si ocurrió un evento de disparo, cuándo ocurrió un evento de disparo y por qué ocurrió el evento de disparo.

En diversas realizaciones y con referencia a la Figura 1, un sistema de turbina eólica incluye una o más turbinas eólicas 100. Las turbinas eólicas 100 incluyen en general una góndola 102 que aloja un generador (no mostrado en la Figura 1). La góndola 102 puede montarse sobre una torre 104, mostrándose solamente una parte de la torre 104 en la Figura 1. La turbina eólica 100 incluye también un rotor 106 que incluye una pluralidad de palas 108 de rotor fijadas a un buje 110 rotativo. Aunque la turbina eólica 100 ilustrada en la Figura 1 incluye tres palas 108 del rotor, no hay límites específicos sobre el número de palas 108 de rotor requeridas por las diversas realizaciones de la presente invención. Por ello, pueden proporcionarse palas 108 de rotor adicionales o menos.

Con referencia ahora a la Figura 2, en las diversas realizaciones de la presente invención, se alojan diversos componentes en la góndola 102 sobre la torre 104 de la turbina eólica 100. Además, la altura de la torre 104 puede seleccionarse basándose en factores y condiciones conocidos en la técnica. En algunas realizaciones, uno o más microcontroladores dentro de un panel de control 112 forman un sistema de control (descrito con más detalle a continuación) usado para supervisión y control global del sistema incluyendo la regulación del paso y velocidad, aplicación de frenos al árbol de alta velocidad y orientación, aplicación de motor de orientación y bomba, y supervisión del nivel de potencia y faltas. Pueden usarse arquitecturas de control distribuidas o centralizadas alternativas en algunas realizaciones.

En diversas realizaciones, el sistema de control proporciona señales de control a un actuador 114 de paso de pala variable para controlar el paso de las palas 108 (mostrado en la Figura 1) que impulsan el buje 110 como resultado del viento. Puede usarse un motor eléctrico con actuador para regular el paso de las palas, o podrían usarse medios hidráulicos para el control de paso de las palas. El sistema de control también proporciona señales de control a un convertidor para un componente de conversión como se describe con más detalle a continuación.

En diversas realizaciones, el buje 110 recibe tres palas 108, pero otras configuraciones pueden utilizar cualquier número de palas. En diversas realizaciones, los pasos de las palas 108 se controlan individualmente por el actuador 114 de paso de palas. El buje 110 y las palas 108 forman conjuntamente el rotor 106 de la turbina eólica. El tren de accionamiento de la turbina eólica incluye un árbol 116 de rotor principal (también denominado como un "árbol de baja velocidad") conectado al buje 110 y a una caja de engranajes 118 que, en algunas realizaciones, utiliza una geometría de trayectoria dual para accionar un árbol de alta velocidad encerrado dentro de la caja de engranajes 118. El árbol de alta velocidad (no mostrado en la Figura 2) se usa para accionar un generador 120 que está soportado por una estructura 132 principal. En algunas realizaciones, el par del rotor se transmite a través de un acoplamiento 122. El generador 120 puede ser de cualquier tipo adecuado. Por ejemplo y sin limitación, un generador de inducción de rotor bobinado, tal como un generador de inducción de doble alimentación. Otro tipo adecuado como un ejemplo no limitativo es un generador de múltiples polos que puede operar a la velocidad del árbol de baja velocidad en una configuración de accionamiento directo, sin requerir una caja de engranajes.

Un actuador 124 de orientación y una plataforma 126 de orientación proporcionan un sistema de orientación de dirección para la turbina eólica 100. En algunas realizaciones, el sistema de orientación de dirección se opera y controla eléctricamente por el sistema de control de acuerdo con la información recibida desde sensores usados para medir el desplazamiento de la brida del árbol, como se describe a continuación. Tanto alternativamente como además de los sensores de medición del desplazamiento de la brida, algunas configuraciones utilizan una veleta 128 u otro tipo de anemómetro para proporcionar información para el sistema de orientación de dirección. El sistema de orientación se monta sobre una brida proporcionada en la parte superior de la torre 104.

En diversas realizaciones y con referencia a la Figura 3, un sistema 300 de control para la turbina eólica 100 incluye un bus 302 u otro dispositivo de comunicación para comunicar información. Se acopla(n) un(os) procesador(es) 304 al bus 302 para procesar información, incluyendo información desde una diversidad de sensores configurados para medir diversos datos operacionales, tales como, niveles de potencia, fluctuaciones de potencia, desplazamientos, momentos, niveles de vibración, datos relacionados con el paso, datos del convertidor de potencia, y otras condiciones de operación. El sistema 300 de control incluye adicionalmente una memoria 306 de acceso aleatorio (RAM) y un almacén 308 intermedio de datos operacionales. La RAM 306 se acopla al bus 302 para almacenar y transferir información e instrucciones a ser ejecutadas por el (los) procesador(es) 304. La RAM 306 puede usarse también para almacenar variables temporales u otra información intermedia durante la ejecución de instrucciones por el (los) procesador(es) 304. El almacén 308 intermedio de datos operacionales puede comprender uno o más dispositivos de memoria, y se usa para almacenar datos operacionales recibidos desde la diversidad de sensores conectados a los diversos subsistemas y componentes de la turbina eólica 100. Preferentemente, el almacén 308 intermedio de datos operacionales está compuesto por uno o más dispositivos de memoria no volátiles, sin embargo, podría usarse asimismo memoria volátil.

El sistema 300 de control puede incluir también memoria solo de lectura (ROM) y/u otro dispositivo 310 de almacenamiento estático, que se acopla al bus 302 para almacenar y proporcionar información e instrucciones

estáticas (es decir, no cambiantes) para el (los) procesador(es) 304. Puede(n) proporcionarse (un) dispositivo(s) 312 de entrada/salida y puede incluir cualquier dispositivo conocido en la técnica para proporcionar datos de entrada a, o datos de salida desde, el sistema 300 de control. Por ejemplo, los dispositivos de salida 312 podrían ser transmisores inalámbricos, cables de comunicación basados en fibra óptica o cable, comunicaciones basadas en Internet o paquetes, o cualquier otro procedimiento de comunicación adecuado. Se proporcionan instrucciones a la memoria desde un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco magnético, circuito integrado de memoria solo de lectura (ROM), CD-ROM, DVD, a través de una conexión remota que puede ser tanto cableada como inalámbrica que proporciona acceso a uno o más medios electrónicamente accesibles, etc. En diversas realizaciones, pueden usarse circuitos cableados en lugar de o en combinación con instrucciones de software. Por ello, la ejecución de secuencias de funciones no está limitada a ninguna combinación específica de circuitería de hardware e instrucciones de software.

La interfaz 314 de sensores es una interfaz que permite al sistema 300 de control comunicar con uno o más sensores. La interfaz 314 de sensores puede ser o puede incluir, por ejemplo, uno o más convertidores de analógico a digital que convierten señales analógicas en señales digitales que pueden usarse por el (los) procesador(es) 304. Estos sensores pueden detectar, por ejemplo, diversos datos operacionales, tales como, niveles de potencia, fluctuaciones de potencia, desplazamientos, momentos, niveles de vibración, datos relacionados con el paso, datos del convertidor de potencia, y otras condiciones de operación dentro de la turbina eólica 100.

En un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema y procedimiento para adquirir datos operacionales desde diversos subsistemas de la turbina eólica 100. Para analizar y resolver complejos problemas se necesitan datos relevantes con alta fidelidad. En aplicaciones de turbina eólica, es útil adquirir los datos que rodean a cualquier evento de disparo o fallo, y estos datos pueden residir antes y/o después de que haya ocurrido el evento de disparo. Es también útil obtener datos desde la diversidad de subsistemas que puede comprender la turbina eólica. Por ejemplo, estos subsistemas pueden incluir, pero sin limitarse a, el subsistema de control de paso, el subsistema de convertidor de potencia, el subsistema de controlador de turbina eólica, y el subsistema de accionamiento de orientación.

En ciertos aspectos de la presente invención, se obtienen datos operacionales con alta resolución desde uno o más subsistemas en un procedimiento continuo. Por ejemplo, pueden obtenerse datos a la tasa marco o velocidad del tiempo de barrido de la lógica de control, que puede ser de aproximadamente una muestra por 10 ms a aproximadamente 40 ms. Sin embargo, la tasa de muestreo para datos operacionales, de cualquier subsistema, debería ser a una tasa suficientemente alta para obtener datos de alta resolución y alta calidad, y esta tasa podría incluir tasas por encima o debajo del intervalo de 10 ms a 40 ms descrito previamente.

La Fig. 4 ilustra una realización ejemplar de la presente invención. Múltiples turbinas eólicas 100 pueden comprender una granja eólica, y cada turbina eólica 100 puede conectarse a una red 420 de comunicación. La red 420 puede ser cableada (por ejemplo, Ethernet™ una marca registrada de Xerox Corporation, cables de fibra óptica, cables telefónicos, IEEE 802.3, etc.) o inalámbrica (por ejemplo, WiFi® una marca registrada de la Wi-Fi Alliance, WiMAX™ una marca registrada del WiMAX Forum, radiofrecuencia, norma IEEE 802.11, etc.). Puede conectarse una estación 430 de trabajo a la red 420 y/o a cada turbina eólica 420. La estación de trabajo recoge y almacena los datos operacionales recibidos desde las turbinas eólicas 100. La estación 430 de trabajo puede ser un dispositivo local dentro de la granja eólica, o puede localizarse remotamente.

Cada turbina eólica 100 puede incluir un sistema 300 de control que puede comprender una función 410 de detección de eventos de disparo y uno o más almacenes 412 intermedios de datos operacionales. El sistema de control puede estar presente dentro de cada turbina eólica 100 de una granja eólica. La función 410 de detección del evento de disparo supervisa criterios predeterminados que pueden indicar que ha tenido lugar un evento de disparo o indicadores de que puede ocurrir un evento disparo. Los datos operacionales desde uno o más subsistemas de la turbina eólica 100 se almacenan dentro de los almacenamientos 412 intermedios de datos operacionales. Como se ha establecido previamente, los almacenes intermedios de datos operacionales pueden comprender uno o más dispositivos de almacenamiento y son preferentemente medios de almacenamiento no volátiles (por ejemplo, memoria flash, medios de almacenamiento ópticos o magnéticos, etc.).

Los datos operacionales pueden adquirirse con alta resolución (por ejemplo, una muestra cada 10 ms a 40 ms) desde una diversidad de sensores en múltiples subsistemas de la turbina eólica 100. El módulo 410 de detección del evento de disparo supervisa criterios predeterminados que pueden indicar un evento disparo. Si ha tenido lugar un evento disparo, los datos almacenados dentro de los almacenes 412 intermedios de datos operacionales pueden transferirse a la estación 430 de trabajo. En una realización, los datos antes y después del evento de disparo pueden almacenarse y transferirse a la estación 430 de trabajo. En otras realizaciones, los datos hasta y/o previamente al evento de disparo pueden transferirse a la estación 430 de trabajo. Para análisis del evento de disparo, la resolución del muestreo de datos puede variar basándose en cómo de alejados en el tiempo están los datos respecto al evento. En algunos aspectos de acuerdo con la presente invención, los datos pueden agruparse en diversidad de resoluciones de datos basándose en el tiempo relativo al evento de disparo. Por ejemplo, datos después del evento de disparo pueden enviarse a la estación 430 de trabajo con una tasa de una muestra por segundo. Los datos pos-disparo pueden comprender un intervalo de uno a treinta minutos o más después de un evento de disparo.

Tras la aparición de un evento de disparo los datos de resolución más baja se re-muestran con diferentes tasas de muestreo de resolución más baja. Los datos previos al disparo pueden agruparse en aproximadamente cuatro o más períodos de tiempo. Sin embargo, los datos previos al disparo podrían agruparse también en menos de cuatro períodos de tiempo dependiendo de la aplicación. Los datos que son previos al evento disparo (es decir, pre-disparo) en 20 minutos o menos pueden re-muestrearse con una tasa de una muestra por segundo. Los datos que son previos al evento de disparo desde aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 60 minutos pueden re-muestrearse con una tasa de una muestra por cada diez segundos. Los datos que son previos al evento de disparo desde aproximadamente una hora a aproximadamente cinco horas pueden re-muestrearse con una tasa de una muestra por minuto. Los datos que son previos al evento de disparo desde aproximadamente cinco horas a aproximadamente 24 horas pueden re-muestrearse con una tasa de una muestra por cada diez minutos. En realizaciones alternativas, los datos pueden re-muestrearse con resoluciones variables basándose en intervalos de tiempo predeterminados. Las Tablas 1 y 2 ilustran dos ejemplos de resoluciones de datos que pueden asignarse a períodos de tiempo que rodean a un evento de disparo.

TABLA 1

	Datos pos-disparo	Datos pre-disparo			
Tiempo desde el evento de disparo	0 a +30 min.	0 a -20 min.	-20 min a -60 min	-1 hora a -5 horas	-5 horas a -24 horas
Tasa de muestreo	1 muestra por segundo	1 muestra por segundo	1 muestra por cada 10 s	1 muestra por cada 60 s	1 muestra por cada 10 min

La Tabla 1 ilustra un ejemplo de captura y/o almacenamiento de datos con resolución variable. Un " + " en la tabla indica un período de tiempo de evento pos-disparo (es decir, después del evento de disparo), y un " - " indica un período de tiempo pre-disparo (es decir, antes del evento disparo). Sin embargo, puede emplearse cualquier intervalo y número de períodos de tiempo y tasas de resolución/muestreo de datos según se requiera por la aplicación específica. Los intervalos especificados anteriormente son solo ejemplos de muchos períodos de tiempo y tasas de muestreo adecuados.

Los datos operacionales pueden transferirse desde una turbina eólica 100 a una estación 430 de trabajo antes, durante o después de un evento de disparo. Una función 440 de registro de disparo y función 445 de recogida de datos comprenden un sistema de recogida de datos y reciben datos operacionales desde las turbinas eólicas 100. Los datos con resoluciones variables (por ejemplo, tasas de muestreo variables basándose en diversos períodos de tiempo) pueden almacenarse dentro del registro 450 de disparos. Típicamente, el registro 450 de disparos almacena datos que están dentro de las 24 horas del evento de disparo. Los datos a largo plazo, datos que pueden ser mayores que 24 horas, pueden almacenarse en almacén 455 de datos de baja resolución de datos operacionales. Los datos pueden retenerse dentro del almacén 455 de datos de baja resolución con cualquier tasa de muestreo adecuada, pero es normalmente a la más rápida de los datos de resolución más baja almacenados dentro del registro 450 de disparos. Por ejemplo, los datos pueden almacenarse dentro del registro 450 de disparos de acuerdo con los períodos de tiempo y tasas de muestreo identificados en la Tabla 1. Los datos almacenados en el almacén 455 de datos de baja resolución de datos operacionales podrían retenerse con una tasa de una muestra por segundo. En una realización los datos dentro de 24 a 48 horas o más desde la hora actual pueden almacenarse dentro del almacén 455 de datos, y en otras realizaciones los datos dentro de 1 día a 1 semana o más pueden almacenarse dentro del almacén 455 de datos. Solo se han dado unos pocos ejemplos, pero puede implementarse cualquier resolución de datos y/o periodo(s) de tiempo adecuados según se dicte por la aplicación específica.

TABLA 2

	Datos pos-disparo	Datos pre-disparo				
Tiempo desde el evento de disparo	0 a +30 s	0 a -1 min	-1 a -20 min	-20 min a -60 min	-1 hora a -5 horas	-5 horas a -24 horas
Tasa de muestreo	1 muestra por 40 ms	1 muestra por 40 ms	1 muestra por segundo	1 muestra por cada 10 s	1 muestra por cada 60 s	1 muestra por cada 10 min
Fuente de datos	Operacional Almacenes intermedios de datos	Datos operacionales Almacenes intermedios	Datos operacionales Baja resolución	Datos operacionales Baja resolución	Datos operacionales Baja resolución	Datos operacionales Baja resolución

La Tabla 2 ilustra otro ejemplo de tasas de muestreo y períodos de tiempo que pueden usarse en diversos aspectos de la presente invención. En este ejemplo, los datos pos-disparo se agrupan en un período de tiempo, y los datos pre-disparo se agrupan en cinco periodos de tiempo. Las tasas de muestreo para cada período de tiempo se muestran en la Tabla 2. También se indica el origen de los datos, suministrando los almacenes 308, 412 intermedios

de datos operacionales los datos pos-disparo y los datos pre-disparo de menos de aproximadamente 1 minuto desde el disparo. El almacén 455 de datos de datos operacionales de baja resolución puede suministrar datos pre-disparo que tengan más de un minuto previo al evento de disparo. Los intervalos especificados anteriormente son solo ejemplos de muchos períodos de tiempo y tasas de muestreo adecuados. Sin embargo, puede emplearse cualquier intervalo y número de períodos de tiempo y tasas de resolución/muestreo de datos según se requiera por la aplicación específica.

Para proporcionar una mejor representación de los datos que rodean al evento de disparo, pueden incluirse eventos de alarma en el registro de disparo. Puede usarse un sistema 460 de alarma en conjunto con la función de registro de disparo. Las turbinas eólicas 100 pueden configurarse para enviar alarmas si ocurren condiciones predeterminadas o se exceden intervalos de operación específicos. Las alarmas de la turbina eólica pueden recibirse por el sistema 460 de alarma dentro de la estación 430 de trabajo, y pueden activar la captura de datos y/o procedimiento de transferencia.

En otras realizaciones, el dispositivo de control puede estar compuesto de la función 410 de detección de evento de disparo y almacén(es) 412 intermedio(s) de datos operacionales, y puede residir dentro de cada turbina eólica 100. El código de aplicación en el dispositivo de control determina las condiciones que constituyen un disparo y supervisa estas condiciones. Los almacenes 412 intermedios de datos pueden recoger datos para las variables especificadas con alta resolución (por ejemplo, la tasa marco, tasa a la que está funcionando el controlador, o la tasa del tiempo de barrido de la lógica de control, generalmente entre aproximadamente 10 a 40 milisegundos). El número de almacenes intermedios de datos usados es configurable y se determina por la aplicación. En algunas realizaciones, una primera parte de los almacenes intermedios de datos podría asignarse a faltas específicas (por ejemplo, eventos de disparos relativos al paso), y una segunda parte de los almacenes intermedios de datos podrían asignarse a un tipo diferente de evento de disparo (por ejemplo, faltas en el convertidor de potencia).

Los almacenes 412 intermedios de datos pueden tomar como entrada un activador, número de muestras por activador, número de muestras por activador y las variables (puntos de datos) a ser recogidas. El bloque produce la salida de una señal de estado que indica el estado del bloque de captura. Cuando el controlador está en operación normal (es decir, no hay evento de disparo) el bloque de captura tendrá un estado de espera del activador y recogerá datos para las muestras de pre-activador. Cuando tiene lugar un evento de disparo el estado del bloque cambia a la captura y se recogen datos para el número de muestras pos-activador. Cuando todas las muestras se han tomado el estado del bloque cambia a completo.

El dispositivo de control puede conectarse también a la red 420 y es capaz de enviar y recibir datos a través de la red. En otras realizaciones, puede crearse una red ad hoc o puede implementarse una comunicación de datos punto a punto. Las variables que se recogen en los almacenes 412 intermedios de datos son parte de los datos que el controlador envía a través de la red.

La estación 430 de trabajo puede ser un ordenador personal o un ordenador portátil ejecutando el sistema operativo Microsoft Windows TM. Sin embargo, puede usarse cualquier medio de procesamiento adecuado y sistema operativo. La estación de trabajo puede cargarse con un producto de software que puede contener diversos subsistemas. Uno de estos subsistemas puede ser un subsistema de recogida de datos (elementos 440 y 445). Cuando la recogida de datos se configura para un registro de disparo puede tener múltiples funciones.

Una primera función puede ser recoger y almacenar valores de datos de las variables definidas en el disparo. Estas son las mismas variables que se recogen en los almacenes 412 intermedios de datos. La diferencia es que la recogida de datos obtiene los valores a partir de los datos que envía el dispositivo de control a través de la red. La recogida de datos puede almacenar estos datos a una segunda tasa (o múltiples tasas u otras tasas) dentro de archivos o una base de datos localizada en o accesible para la estación 430 de trabajo. Cuando el sistema no está en una situación de disparo lo que se tienen son datos que son recogidos en la estación 430 de trabajo por el subsistema (440 y 445) de recogida de datos y se recogen los datos para las mismas variables en el dispositivo de control en los almacenes 412 intermedios de datos.

Una segunda función de la recogida de datos puede ser supervisar los valores de estado en los almacenes 412 intermedios de datos. Cuando estos almacenes intermedios llegan a un estado completo entonces la función 445 de recogida de datos sabe que ha tenido lugar un evento de disparo y que los datos de los almacenes 412 intermedios de datos están disponibles para transferirse a la estación 430 de trabajo.

Cuando tiene lugar un evento de disparo el sistema (440 y 445) de recogida de datos puede crear un archivo (por ejemplo, registro 450 de disparos) que contiene datos re-muestreados a partir de los datos operacionales del almacén 455 de datos de baja resolución, y datos obtenidos de los almacenes 412 intermedios de datos operacionales. En general, la resolución de datos puede ser más alta cerca del evento disparo y se convierte en progresivamente más baja cuando avanza el tiempo adicionalmente desde el evento de disparo. Otra pieza de información que puede escribirse en el registro de disparos son las alarmas/eventos que ocurren alrededor del tiempo del evento disparo. Esta información puede obtenerse desde el sistema 460 de alarmas que es parte del software en la estación 430 de trabajo. El sistema 460 de alarmas obtiene las alarmas desde el dispositivo de control y mantiene una copia histórica.

5 El archivo de datos obtenido por la estación 430 de trabajo puede verse usando una diversidad de productos de software (por ejemplo, un Trender*, que es parte de los productos de software de ToolboxST* y/o WorkstationST*, en las que un "*" indica marcas registradas de General Electric Company). El producto de software WorkstationST* puede proporcionar también la capacidad de convertir el archivo en un archivo de variables separadas por comas (.csv) que puede abrirse entonces por otros productos de terceros, tales como programas de hojas de cálculo comunes, para el análisis de la causa raíz. Otra ventaja, es que todos los datos pueden contenerse en un archivo y que el archivo único puede transferirse desde un lugar remoto para análisis de la causa raíz.

10 En un ejemplo, la estación 430 de trabajo podría basarse en un ordenador de mano y portátil. Esto permitiría que la estación de trabajo se transportara de granja eólica en granja eólica. La estación 430 de trabajo podría localizarse también en un lugar remoto y conectarse a cada turbina eólica a través de cualquier enlace de comunicación adecuado (por ejemplo, la red 420 o Internet). La estación de trabajo podría ser también un dispositivo local alojado dentro de la granja eólica, tanto dentro de una torre específica como dentro de un centro de electrónica.

15 Los datos operacionales pueden transferirse desde la turbina eólica 100 o estación 430 de trabajo a una o más tasas de muestreo a un archivo de datos, base de datos o registro de disparo antes, durante o después de un evento de disparo.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para adquirir datos operacionales de una turbina eólica (100) y analizar eventos de disparo, comprendiendo dicho sistema:
 - 5 uno o más almacenes (412) intermedios de datos para almacenamiento de datos operacionales obtenidos desde al menos un subsistema de control;
un sistema (410) de detección de eventos de disparo conectado a dichos uno o más almacenes (412) intermedios de datos, empleado dicho sistema (410) de detección de eventos de disparo para supervisar la aparición de un evento de disparo; **caracterizado porque:**
10 tras la aparición de un evento de disparo, los datos operacionales se re-muestran con resoluciones variables basándose en intervalos de tiempo predeterminados, y los datos re-muestreados se transfieren a un almacén (450) intermedio de registro de disparos.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos uno o más almacenes (412) intermedios de datos comprenden además:
 - 15 un almacén intermedio de control del paso para almacenamiento de datos operacionales obtenidos desde un subsistema de control del paso;
un almacén intermedio del convertidor de potencia para almacenamiento de datos operacionales obtenidos desde un subsistema del convertidor de potencia; y
un almacén intermedio del controlador de la turbina eólica para almacenamiento de datos operacionales obtenidos desde un controlador de la turbina eólica.
- 20 3. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los datos operacionales se retienen en dichos uno o más almacenes (412) intermedios de datos con una resolución de una muestra por 10 milisegundos hasta una muestra por 40 milisegundos.
4. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los datos operacionales se transfieren a dicho almacén (450) intermedio de registro de disparos a una tasa de una muestra por segundo para un período de
25 tiempo correspondiente a 48 horas.
5. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los datos se transfieren a dicho almacén (450) intermedio de registro de disparos con resoluciones variables para diversos períodos de tiempo, comprendiendo adicionalmente:
 - 30 la transferencia de datos de menos de 20 minutos de antigüedad con una tasa de una muestra por segundo;
la transferencia de datos desde 20 minutos de antigüedad a 60 minutos de antigüedad con una tasa de una muestra cada 10 segundos;
la transferencia de datos desde 60 minutos de antigüedad a 5 horas de antigüedad con una tasa de una muestra cada 60 segundos;
35 la transferencia de datos desde 5 horas de antigüedad a 24 horas de antigüedad con una tasa de una muestra cada 10 minutos.
6. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los datos de alarma históricos se transfieren a dicho almacén (450) intermedio de registro de disparos.
7. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los datos operacionales de más de 48 horas de antigüedad pueden, al menos uno de ellos, borrarse o archivar en un dispositivo de almacenamiento.
- 40 8. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el análisis de la causa raíz se realiza sobre los datos operacionales para determinar una causa del evento de disparo.
9. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dichos uno o más almacenes (412) intermedios de datos tienen la capacidad para almacenar datos correspondientes a al menos un período de tiempo de 24 horas.
- 45 10. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho almacén (450) intermedio de registro de disparos puede, al menos uno de ellos, localizarse local o remotamente con respecto a dicha turbina eólica (100).

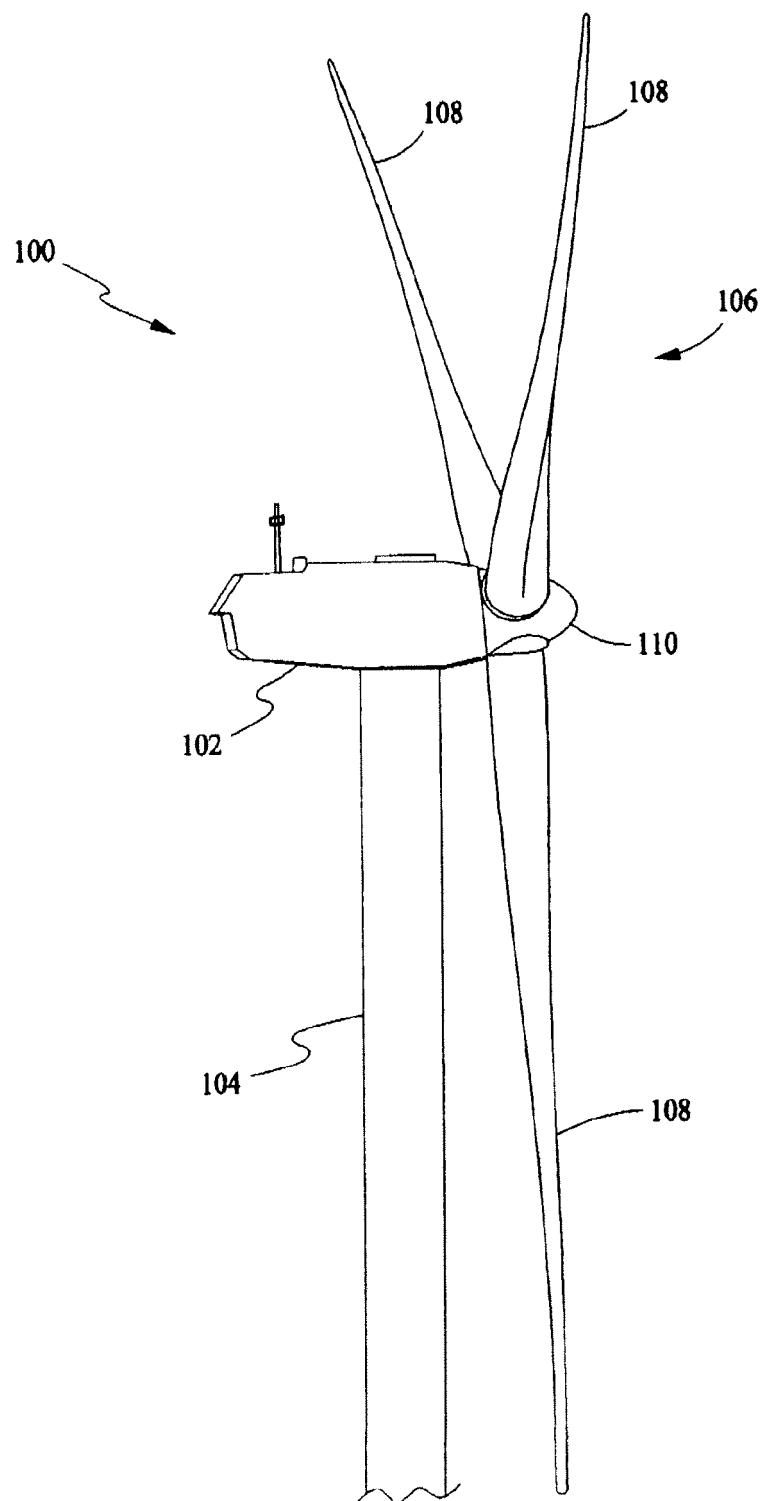


FIG. 1

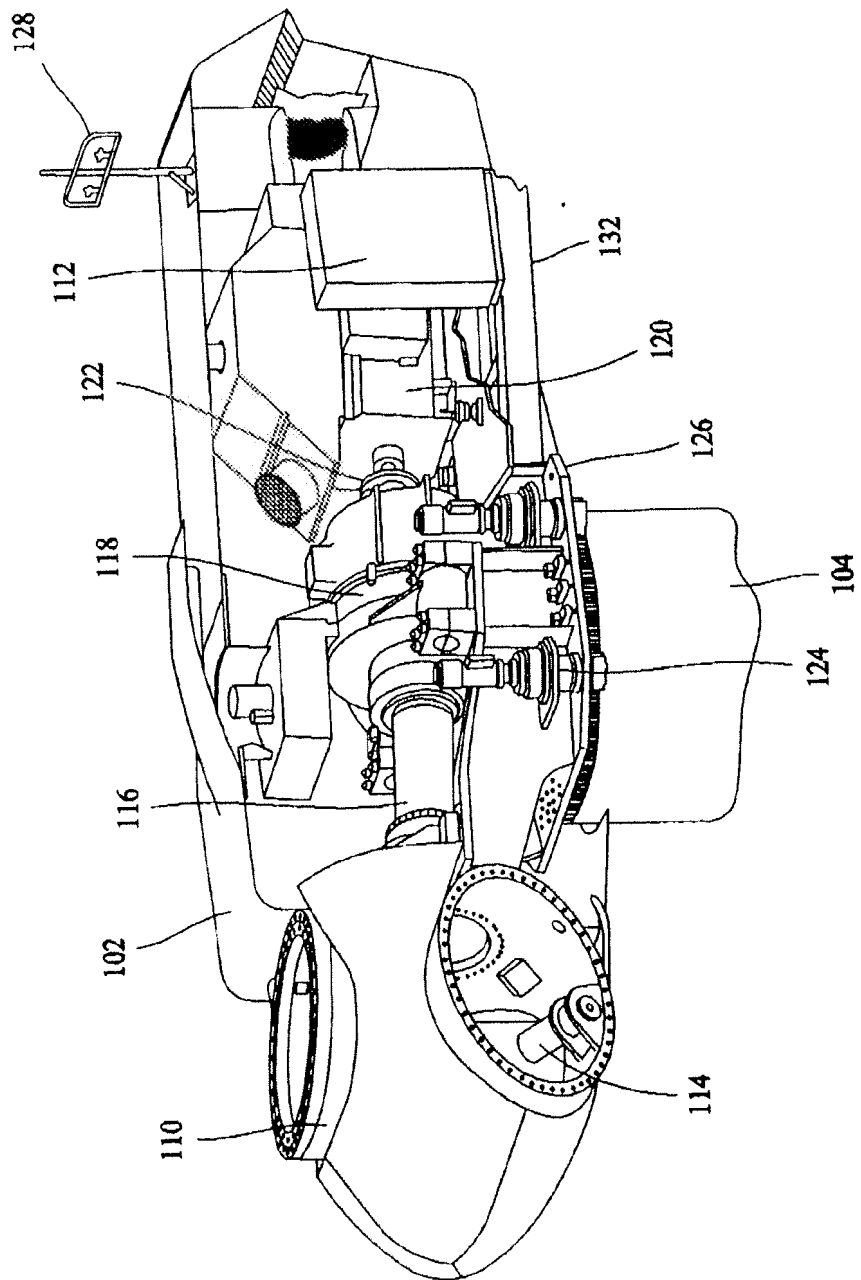


FIG. 2

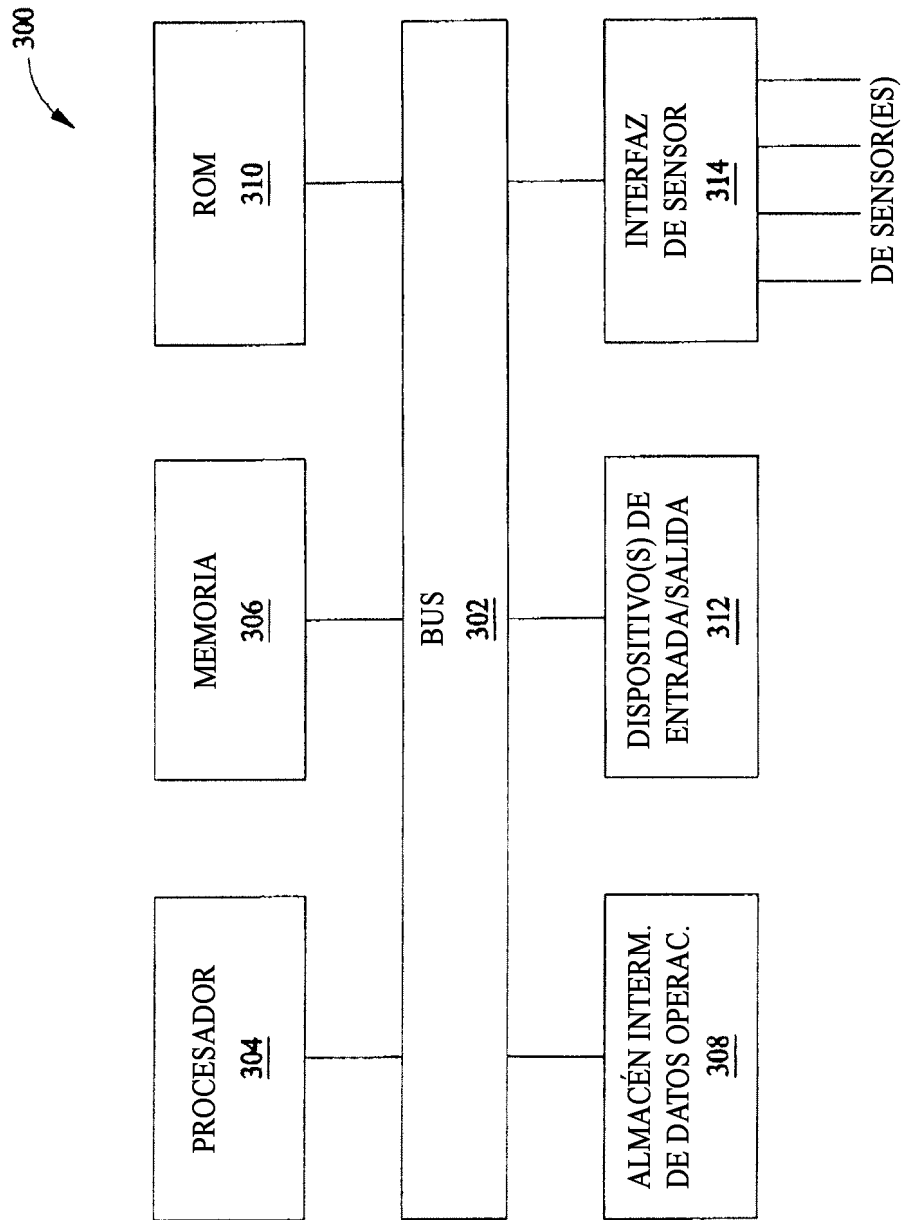


FIG. 3

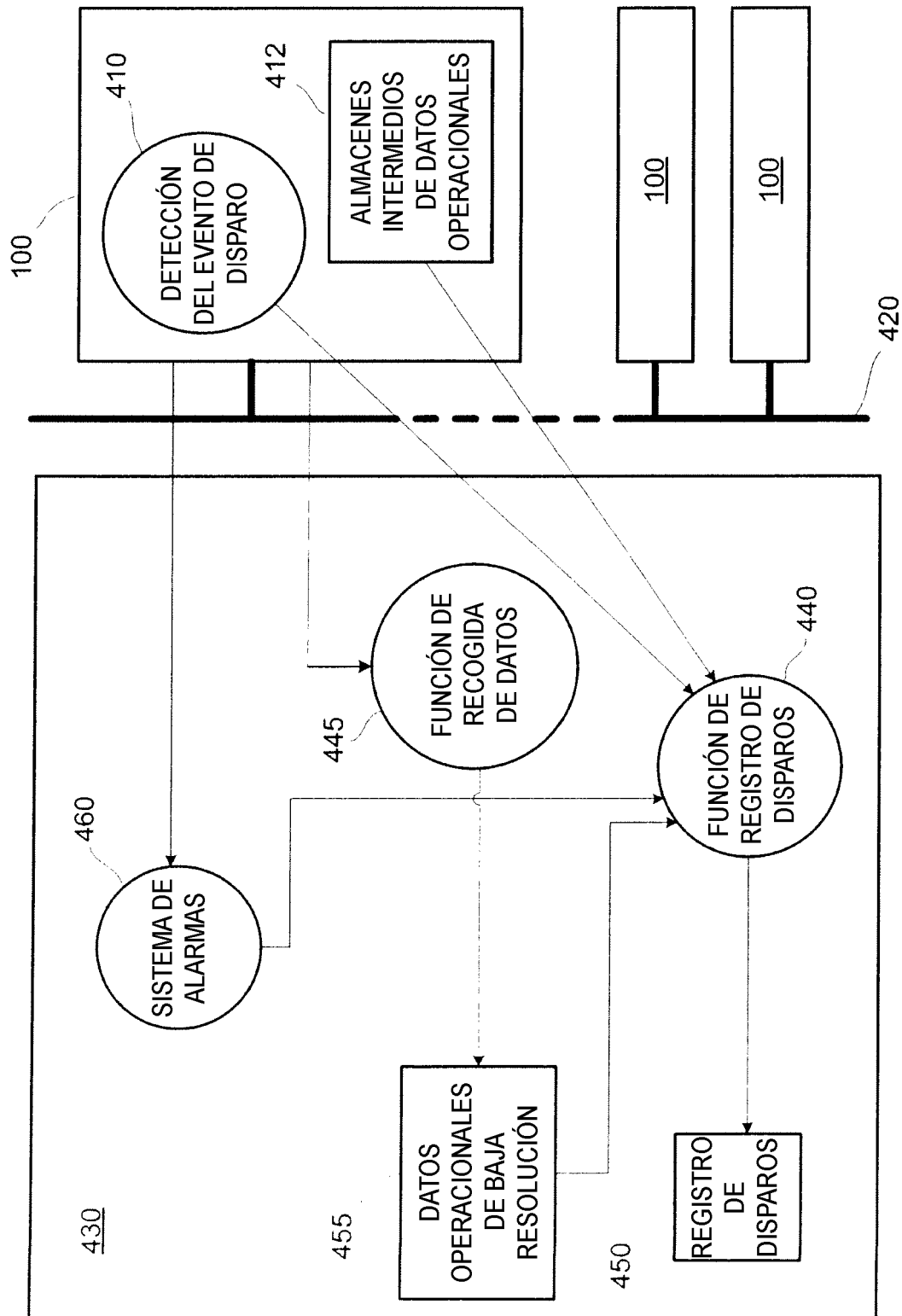


FIG. 4