

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 012**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

G05B 15/02 (2006.01)

G05B 19/042 (2006.01)

G06F 9/445 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2013 PCT/DK2013/050169**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2013 WO13182197**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2013 E 13728945 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 2855927**

54 Título: **Sistema de control para una turbina eólica**

30 Prioridad:

04.06.2012 DK 201270297

05.06.2012 US 201261655484 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
12.04.2019

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N , DK

72 Inventor/es:

BENGTSO, JOHN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 709 012 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 de control para una turbina eólica

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a un sistema de control para una turbina eólica.

10 **Antecedentes**

Las turbinas eólicas modernas y los sistemas de control de plantas de generación tienen en general numerosas unidades de control electrónico (ECU) distribuidas. Las ECU se sitúan normalmente donde hay necesidad local de interfaz con sensores y actuadores, y adicionalmente para funciones de control y otras funciones tales como adquisición de datos y conmutadores de comunicación.

15 Las ECU individuales pueden programarse y fabricarse de acuerdo con las funciones respectivas en las turbinas eólicas y/o la planta de generación eólica. Sin embargo, puede no ser posible usar estas ECU en diferentes partes de una turbina eólica, en diferentes tipos de turbinas eólicas y/o en diferentes subsistemas de la planta de generación eólica debido a las diferentes configuraciones del sistema.

20 El documento EP2141359 divulga un sistema de gestión de la configuración de turbina eólica, que comprende un sistema ordenador central que tiene una unidad de procesamiento, y el menos un sistema de control de turbina eólica que controla una turbina eólica, en el que el sistema de control de turbina eólica se acopla al sistema ordenador central a través de una red de comunicación. La unidad de procesamiento se configura para recibir datos de configuración desde el sistema de control de la turbina eólica. El sistema ordenador central comprende una memoria que incluye datos de referencia de configuración para la turbina eólica, y la unidad de procesamiento se configura para comparar los datos de configuración actuales con los datos de configuración de referencia.

30 El documento EP2136273 divulga una turbina eólica con un cierto número de unidades de control. Se permite que una unidad de control asuma tareas de control de una unidad de control defectuosa cuando tiene lugar un fallo. La unidad de control se selecciona dependiendo de una prioridad asignada.

35 El documento DE102009000913 divulga una máquina de impresión con unidades de control programables conectadas entre sí mediante una red de comunicación basada en esa red. Las direcciones de las unidades de control se almacenan en un dispositivo de memoria. Una de las unidades de impresión se conecta a una cámara electrónica, por ejemplo cámara de escaneo en línea. El dispositivo de memoria se dispone en un lugar de función o lugar de montaje de las unidades de control y constituido por separado de las unidades de control.

40 **Sumario**

De acuerdo con la invención, se proporciona un sistema de control para una turbina eólica o una planta de generación eólica. El sistema de control incluye una pluralidad de controladores distribuidos en la turbina eólica o la planta de generación eólica; y una pluralidad de unidades de almacenamiento de datos, disponiéndose cada unidad de almacenamiento de datos en una posición predeterminada respectiva en la turbina eólica o la planta de generación eólica y estando acoplada al controlador dispuesto en la misma posición; en el que cada unidad de almacenamiento de datos comprende información operativa que pertenece a la posición predeterminada de la turbina eólica o la planta de generación eólica; y en el que cada controlador se configura para leer la información operativa de la unidad de almacenamiento de datos correspondiente y para determinar su función a partir de la información operativa.

50 De acuerdo con una realización, cada controlador puede configurarse además para determinar a partir de la información operativa uno o más componentes de la turbina eólica o la planta de generación eólica a la que se acopla.

55 De acuerdo con una realización, la información operativa puede incluir uno o más de entre un grupo que consiste en un tipo de subsistema de la planta de generación eólica, una variante de subsistema de planta de generación eólica, una posición en el subsistema de la planta de generación eólica, un número de serie del subsistema de la planta de generación eólica, un tipo de turbina eólica, una variante de la turbina eólica, un número de serie de la turbina eólica, una posición en la turbina eólica, un tipo de componente, una variante del componente, un número de serie del componente, una configuración del componente, un parámetro de calibración del componente, e información del sistema de control.

65 De acuerdo con la invención, el sistema de control incluye además al menos un controlador principal acoplado a la pluralidad de controladores. El al menos un controlador principal se configura para determinar si la pluralidad de controladores tiene la configuración correcta de hardware y de software basándose en información de configuración de hardware y de software recibida desde la pluralidad de controladores y la información operativa recibida desde las

unidades de almacenamiento de datos correspondientes.

De acuerdo con una realización, el al menos un controlador principal puede configurarse además para transmitir software a la pluralidad de controladores de acuerdo con las funciones respectivas de la pluralidad de controladores determinadas a partir de la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes.

De acuerdo con la invención, el al menos un controlador principal se configuran además para impedir el arranque de la turbina eólica o del subsistema de la planta de generación eólica y para proporcionar una señal de aviso cuando se determina que al menos uno de la pluralidad de controladores tiene una o ambas de entre una configuración de hardware errónea y una configuración de software errónea, al menos uno de la pluralidad de controladores o conmutadores de comunicación se dispone en una posición errónea en la turbina eólica o en la planta de generación eólica o al menos uno de la pluralidad de controladores recibe la información operativa errónea desde la unidad de almacenamiento de datos correspondiente.

De acuerdo con una realización, el al menos un controlador principal puede configurarse además para permitir el arranque de la turbina eólica o el subsistema de la planta de generación eólica y proporcionar una señal de arranque cuando se determina que la pluralidad de controladores tiene la configuración correcta de hardware y de software, se disponen en las posiciones correctas en la turbina eólica o en la planta de generación eólica, y reciben información operativa correcta desde las unidades de almacenamiento de datos correspondientes.

De acuerdo con una realización, el sistema de control puede incluir además al menos un controlador principal adicional acoplado a la pluralidad de controladores. El al menos un controlador principal adicional puede configurarse para determinar si las funciones relacionadas con la seguridad de la pluralidad de controladores son correctas basándose en la información de configuración de hardware y de software recibida de la pluralidad de controladores y la información operativa recibida desde las unidades de almacenamiento de datos correspondientes.

De acuerdo con una realización, el al menos un controlador principal adicional puede configurarse para impedir el arranque de la turbina eólica o la planta de generación eólica si se determina que las funciones de los controladores relacionadas con la seguridad son incorrectas.

De acuerdo con una realización, cada controlador puede incluir al menos una partición de controlador.

De acuerdo con una realización, cada unidad de almacenamiento de datos puede incluir al menos una partición de memoria.

De acuerdo con una realización, la unidad de almacenamiento de datos incluye al menos dos particiones de memoria, y cada partición de memoria de la unidad de almacenamiento de datos incluye la misma información operativa.

De acuerdo con una realización, el controlador comprende el menos dos particiones de controlador, y cada partición de memoria de la unidad de almacenamiento de datos puede acoplarse a una partición de controlador correspondiente del controlador.

De acuerdo con una realización, el número de particiones de controlador del controlador y el número de particiones de memoria de la unidad de almacenamiento de datos correspondiente pueden ser los mismos.

De acuerdo con una realización, el número de particiones de controlador del controlador y el número de particiones de memoria de la unidad de almacenamiento de datos correspondiente pueden ser diferentes.

De acuerdo con una realización, el número de particiones de controlador del controlador puede ser mayor que el número de particiones de memoria de la unidad de almacenamiento correspondiente. Una partición de controlador del controlador puede acoplarse a una partición de memoria correspondiente de la unidad de almacenamiento de datos y a la otra partición de controlador del mismo controlador.

De acuerdo con una realización, la partición de controlador del controlador puede configurarse para transmitir información operativa recibida desde la partición de memoria correspondiente de la unidad de almacenamiento de datos y para transmitir la información operativa recibida a la otra partición de controlador.

De acuerdo con una realización, el número de particiones de controlador del controlador puede ser menor que el número de particiones de memoria de la unidad de almacenamiento correspondiente. Dos o más particiones de memoria de la unidad de almacenamiento de datos pueden acoplarse a la misma partición de controlador del controlador.

De acuerdo con una realización, cada unidad de almacenamiento de datos puede incluir un código legible.

De acuerdo con una realización, el código legible puede incluir un código de barras o un código de matriz de puntos.

De acuerdo con una realización, cada unidad de almacenamiento de datos puede ser programable por el controlador correspondiente.

5 De acuerdo con una realización, el al menos un controlador principal y el al menos un controlador principal adicional pueden acoplarse a la pluralidad de controladores a través de una red de comunicación.

De acuerdo con una realización, algunos de los controladores son conmutadores de comunicación para transmitir información en la red de comunicación.

10 De acuerdo con una realización, cada unidad de almacenamiento de datos puede tener propiedades relacionadas con la seguridad de acuerdo con los requisitos del sistema de control.

15 De acuerdo con una realización, al menos algunas de las unidades de almacenamiento de datos puede acoplarse respectivamente a al menos un controlador principal y a al menos un controlador principal adicional.

De acuerdo con una realización, el sistema de control puede incluir además un controlador de la planta de generación acoplado a uno o más de entre el grupo que consiste en uno o más de la pluralidad de controladores, el al menos un controlador principal y el al menos un controlador principal adicional.

20 De acuerdo con una realización, el controlador de la planta de generación puede configurarse para transmitir software a los uno o más de entre un grupo que consiste en uno o más de la pluralidad de controladores, el al menos un controlador principal y el al menos un controlador principal adicional de acuerdo con las funciones respectivas de los uno o más de entre un grupo que consiste en uno o más de la pluralidad de controladores, el al menos un controlador principal y el al menos un controlador principal adicional determinados a partir de la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes.

Breve descripción de los dibujos

30 En los dibujos, los caracteres de referencia similares se refieren, generalmente, a las mismas partes en todas las diferentes vistas. Los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose en su lugar, en general, el énfasis en la ilustración de los principios de la invención. En la siguiente descripción, se describen diversas realizaciones de la invención con referencia a los siguientes dibujos, en los que:

35 La Figura 1 ilustra una disposición común de una turbina eólica convencional.

La Figura 2 muestra un diagrama esquemático de un sistema de control de una turbina eólica de acuerdo con una realización.

40 La Figura 3 muestra un diagrama esquemático de un controlador de un sistema de control acoplado a una unidad de almacenamiento de datos del sistema de control de acuerdo con una realización.

La Figura 4 muestra un diagrama esquemático de un controlador de un sistema de control acoplado a una unidad de almacenamiento de datos del sistema de control de acuerdo con una realización.

45 La Figura 5 muestra un diagrama esquemático de un controlador de un sistema de control acoplado a una unidad de almacenamiento de datos del sistema de control de acuerdo con una realización.

50 La Figura 6 muestra un diagrama esquemático de un controlador de un sistema de control acoplado a una unidad de almacenamiento de datos del sistema de control de acuerdo con una realización.

Descripción detallada

55 Se describirán en detalle más adelante realizaciones de ejemplo de un sistema de control para una turbina eólica de acuerdo con la presente invención con referencia a las figuras adjuntas. Se apreciará que las realizaciones de ejemplo descritas a continuación pueden modificarse en diversos aspectos sin cambiar la esencia de la invención.

60 La Figura 1 ilustra una disposición común de una turbina eólica convencional 100. La turbina eólica 100 está montada sobre una base 102. La turbina eólica 100 incluye una torre 104 que tiene un número de secciones de torre. Se coloca una góndola de turbina eólica 106 en la parte superior de la torre 104. El rotor de la turbina eólica incluye un buje 108 y al menos una pala del rotor 110, por ejemplo, tres palas del rotor 110. Las palas del rotor 110 están conectadas al buje 108 que a su vez está conectado a la góndola 106 a través de un árbol de baja velocidad que se extiende hacia el exterior de la parte frontal de la góndola 106. El árbol de baja velocidad impulsa típicamente un generador (no mostrado) para producir energía eléctrica. La energía eléctrica generada se acondiciona posteriormente normalmente mediante un sistema convertidor (no mostrado), que comprende un convertidor de potencia, previamente a su entrega desde la turbina eólica a una red.

La turbina eólica 100 tiene un sistema de control para el control de los diversos componentes de la turbina eólica 100. El sistema de control puede tener una pluralidad de unidades de control electrónicas (ECU) que se disponen en los componentes respectivos de la turbina eólica 100. Las ECU individuales pueden programarse y fabricarse de acuerdo con las funciones respectivas en la turbina eólica 100. Sin embargo, puede no ser posible usar estas ECU en diferentes tipos de turbinas eólicas y/o en diferentes subsistemas de la planta de generación eólica debido a las diferentes configuraciones del sistema. En consecuencia, las ECU han de programarse y fabricarse de modo diferente para su uso en diferentes tipos de turbinas eólicas y/o en diferentes subsistemas de planta de generación eólica. Por ello, es deseable reutilizar las ECU en diferentes tipos de turbinas eólicas y/o en diferentes subsistemas de planta de generación eólica.

La Figura 2 muestra un diagrama esquemático de un sistema de control 200 de acuerdo con una realización. El sistema de control 200 puede implementarse solo en la turbina eólica o en toda la planta de generación eólica. Con finalidades de ilustración, el sistema de control 200 se implementa en una planta de generación eólica 202 que tiene una turbina eólica 204 y una subestación 206. Debería tomarse nota de que aunque solo se muestra en la Fig. 2 una turbina eólica 204, la planta de generación eólica 202 puede comprender más de una turbina eólica.

El sistema de control 200 tiene una pluralidad de controladores 208a-j (a los que puede hacerse referencia también como unidades de control electrónico (ECU)). Los controladores 208a-j se distribuyen en la planta de generación eólica 202. Por ejemplo, los controladores 208a, 208h pueden disponerse en la torre 210 de la turbina eólica 204, los controladores 208b, 208c, 208d, 208i pueden disponerse en la góndola 212 de la turbina eólica 204, el controlador 208e puede disponerse en el buje 214 de la turbina eólica 204, y los controladores 208f, 208g, 208j pueden disponerse en la subestación 206.

En una realización, cada controlador 208a-j puede acoplarse a uno o más componentes en la planta de generación eólica 202. Por ejemplo, el controlador 208b puede acoplarse a un generador (no mostrado), el controlador 208c puede acoplarse a una estación de lubricación (no mostrada), y el controlador 208d puede acoplarse a una caja de engranajes (no mostrada). Además, algunos controladores (no mostrados) pueden disponerse también sobre las palas 216 de la turbina eólica 204. Los controladores (no mostrados) dispuestos sobre las palas 216 pueden acoplarse a sensores locales tales como sensores de carga de pala y sensores de rayos. Algunos controladores (no mostrados) dispuestos en la góndola 212 pueden acoplarse a sensores tales como un sensor de velocidad del viento (anemómetro) y sensor de dirección del viento (veleta). El número de controladores 208a-j y las localizaciones y/o disposiciones de los controladores 208a-j no están limitados a lo que se muestra en la Figura 2 y como se ha descrito anteriormente.

El sistema de control 200 incluye además una pluralidad de unidades de almacenamiento de datos 218a-j. Cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j se dispone en una posición predeterminada respectiva en la planta de generación eólica 202. Por ejemplo, cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede estar físicamente vinculada a una localización específica en la turbina eólica 204 de la planta de generación eólica 202, por ejemplo al engranaje, generador, estación de refrigeración, sección de la torre.

Cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j se acopla al controlador 208a-j dispuesto en la misma posición en la planta de generación eólica 202. Cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j y el controlador correspondiente 208a-j pueden acoplarse comunicativamente. En una realización, cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j y el controlador correspondiente 208a-j pueden acoplarse comunicativamente de modo inalámbrico.

En otra realización, cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede conectarse de modo extraíble al controlador correspondiente 208a-j. Cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede ser un dispositivo físico conectado al controlador correspondiente 208a-j pero no es parte del controlador correspondiente 208a-j. Cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede tener un conector eléctrico al controlador correspondiente 208a-j. Cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede tener cualquier forma física y no está limitada a una implementación física particular. En una realización, cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede ser similar a lo que se conoce como un "dongle" en la industria de ordenadores. Un "dongle" es una pequeña carcasa con un conector integrado. En otra realización, cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede ser similar a un sensor con carcasa y un cable asociado con un conector en el otro extremo. En otras realizaciones, pueden desarrollarse otras variantes físicas de las unidades de almacenamiento de datos 218a-j de acuerdo con las necesidades.

Cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j incluye información operativa que pertenece a la posición predeterminada en la planta de generación eólica 202. En una realización, la información operativa puede incluir pero no está limitada a un tipo de subsistema de la planta de generación eólica, una variante de subsistema de planta de generación eólica, una posición en el subsistema de la planta de generación eólica, un número de serie del subsistema de la planta de generación eólica, un tipo de turbina eólica, una variante de la turbina eólica, un número de serie de la turbina eólica, una posición en la turbina eólica, un tipo de componente, una variante del componente, un número de serie del componente, una configuración del componente, un parámetro de calibración del componente, e información del sistema de control. Cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede incluir información acerca del papel/función del controlador asociado 208a-j en el sistema de control en la turbina eólica y/o

en la planta de generación eólica.

En una realización, para almacenar la información operativa, las unidades de almacenamiento de datos 218a-j pueden programarse electrónicamente durante la producción mediante conexión eléctrica. En otra realización, para almacenar la información operativa, las unidades de almacenamiento de datos 218a-j pueden tener una memoria persistente programable RFID que es programable mediante un programador RFID y es legible electrónicamente por los controladores 208a-j. Además, cada una de las unidades de almacenamiento de datos 218a-j puede ser programable por el controlador correspondiente 208a-j.

Además de la información operativa en las unidades de almacenamiento de datos 218a-j, las unidades de almacenamiento de datos 218a-j pueden incluir un código legible respectivamente. El código legible puede incluir pero sin limitarse a un código de barras y un código de matriz de puntos (por ejemplo código QR). El código legible puede ser legible mediante dispositivos de escaneo. El código legible refleja el contenido de datos (por ejemplo información operativa) de las unidades de almacenamiento de datos 218a-j. El código legible puede permitir la programación e identificación automática y segura de la unidad de almacenamiento de datos 218a-j a todo lo largo de la cadena de origen.

Además, cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede tener propiedades relacionadas con la seguridad de acuerdo con los requisitos del sistema de control 200. Las unidades de almacenamiento de datos 218a-j pueden tener propiedades relacionadas con la seguridad que permiten que las unidades de almacenamiento de datos 218a-j se usen en sistemas de seguridad críticos. Las propiedades relacionadas con la seguridad de las unidades de almacenamiento de datos 218a-j pueden incluir pero sin limitarse a, almacenamiento de datos de doble o triple redundancia en áreas de datos separadas de la memoria, suma de comprobación adecuada sobre los valores de datos, y distancias de hamming adecuadas entre códigos. Las propiedades relacionadas con la seguridad de las unidades de almacenamiento de datos 218a-j pueden satisfacer los niveles de integridad de seguridad 2 o 3 (SIL2 o SIL3) de acuerdo con la especificación para estos niveles de la norma IEC61508: 2010.

El sistema de control 200 puede incluir además un controlador principal 217 y un controlador principal adicional 220. En una realización, el controlador principal 217 y el controlador principal adicional 220 pueden ser respectivamente un ordenador.

En una realización, el sistema de control 200 puede incluir una unidad de almacenamiento de datos 218k acoplada al controlador principal 217 y una unidad de almacenamiento de datos 218l acoplada al controlador principal adicional 220. Las unidades de almacenamiento de datos 218k, 218l pueden incluir información acerca del papel/función respectivo del controlador principal 217 y del controlador principal adicional 220 en el sistema de control 200 en la turbina eólica 204 y/o planta de generación eólica 202. Las unidades de almacenamiento de datos 218k, 218l pueden tener la misma o similares configuraciones y propiedades que las unidades de almacenamiento de datos 218a-j.

En una realización, el sistema de control 200 puede ser tolerante a fallos. El sistema de control tolerante a fallos 200 puede incluir dos o más controladores principales (por ejemplo un primer controlador principal 217a y un segundo controlador principal 217b) (no mostrado), y dos o más controladores principales adicionales 220 (por ejemplo, un primer controlador principal adicional 220a y un segundo controlador principal adicional 220b) (no mostrado). El primer controlador principal 217a puede ser redundante con el segundo controlador principal 217b. El primer controlador principal adicional 220a puede ser redundante con el segundo controlador principal adicional 220b. En el caso de que uno de los controladores principales 217 (por ejemplo, el primer controlador principal 217a) falle, el otro controlador principal (por ejemplo, el segundo controlador principal 217b) puede usarse para llevar a cabo las funciones para que la turbina eólica 204 y/o la planta de generación eólica 202 funcionen. En el caso de que uno de los controladores principales adicionales 220 (por ejemplo primer controlador principal adicional 220a) falle, el otro controlador principal adicional (por ejemplo el segundo controlador principal adicional 220b) puede usarse para llevar a cabo las funciones para que la turbina eólica 204 y/o la planta de generación eólica 202 funcionen.

En una realización, el sistema de control 200 puede incluir unidades de almacenamiento de datos (no mostradas) respectivamente acopladas al primer controlador principal 217a, al segundo controlador principal 217b, al primer controlador principal adicional 220a y al segundo controlador principal adicional 220b.

Para simplificar la ilustración, solo se muestra en la figura 2 y se describe en el presente documento un controlador principal 217 y solo un controlador principal adicional 220.

En una realización, el controlador principal 217 y el controlador principal adicional 220 pueden ser elementos separados. En otra realización, el controlador principal 217 y el controlador principal adicional 220 pueden ser un único elemento. Es decir, el controlador principal adicional 220 puede incorporarse en el controlador principal 217.

El controlador principal 217 y el controlador principal adicional 220 se acoplan a la pluralidad de controladores 208a-j. El controlador principal 217 y el controlador principal adicional 220 se acoplan a la pluralidad de controladores 208a-j a través de una red de comunicación 222. En una realización, la red de comunicación 222 puede incluir una

red de comunicación Ethernet o activada por tiempo. Alternativamente, pueden usarse también otros tipos adecuados de redes para la red de comunicación 222.

5 En una realización, la red de comunicación 222 puede implementarse para solamente una turbina eólica. En otra realización, la red de comunicación 222 puede extenderse fuera de la turbina eólica y puede conectarse a otras turbinas eólicas o subestaciones. Con finalidades de ilustración, la Figura 2 muestra que la red de comunicación 222 se implementa para la planta de generación eólica 202 que tiene la turbina eólica 204 y la subestación 206.

10 En una realización, los controladores 208h, 208i, 208j son conmutadores de comunicación para transmitir información/datos en la red de comunicación 222. Los conmutadores de comunicación 208h, 208i, 208j pueden acoplarse a los otros controladores 208a-g, al controlador principal 217, y al controlador principal adicional 220. Los conmutadores de comunicación 208h, 208i, 208j pueden transmitir información/datos entre el controlador principal 217 y los otros controladores 208a-g, entre el controlador principal adicional 220 y los otros controladores 208a-g, y entre el controlador principal 217 y el controlador principal adicional 220. Tal como se muestra en la Figura 2, el conmutador de comunicación 208h se dispone en la torre 210, el conmutador de comunicación 208i se dispone en la góndola 212, y el conmutador de comunicación 208j se dispone en la subestación 206. El conmutador de comunicación 208h en la torre 210 puede acoplarse directamente al conmutador de comunicación 208i en la góndola 212. Los conmutadores de comunicación pueden disponerse también en el buje 214. El número de conmutadores de comunicación y las localizaciones y/o disposiciones de los conmutadores de comunicación no está limitado a lo que se muestra en la Figura 2 y se ha descrito anteriormente.

25 Antes del arranque de la planta de generación eólica 202 y/o la turbina eólica 204, los controladores 208a-j leen la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218a-j. En una realización, los controladores 208a-j pueden leer la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218a-j en cualquier momento después de que se hayan conectado los controladores 208a-j. En otra realización, los controladores 208a-j pueden leer la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218a-j tras en el encendido de los controladores 208a-j. Los controladores 208a-j determinan las funciones respectivas a partir de la información operativa. Los controladores 208h, 208i, 208j pueden determinar sus funciones como conmutadores de comunicación para transmitir datos entre puertos de comunicación a partir de la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218h, 218i, 218j. Los controladores 208a-j pueden determinar también a partir de la información operativa los uno o más componentes de la planta de generación eólica 202 y/o la turbina eólica 204 a los que se acoplan.

35 El controlador principal 217 transmite software a la pluralidad de controladores 208a-j de acuerdo con las funciones respectivas de la pluralidad de controladores 208a-j determinadas a partir de la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218a-j.

40 Además, el controlador principal 217 determina si la pluralidad de controladores 208a-j tiene la configuración correcta de hardware y de software basándose en información de configuración de hardware y de software recibida desde la pluralidad de controladores 208a-j y la información operativa recibida desde las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218a-j.

45 La "configuración de hardware" del controlador se refiere a cómo está compuesto el hardware del controlador, por ejemplo el tipo de microprocesador, tamaño de memoria, tipos y números de E/S e interfaces de comunicación. Un controlador normalmente tiene tipo, variante, y números de revisión a partir de lo que puede deducirse la configuración del hardware. Alternativamente, la información puede proporcionarse en una forma de tablas de configuración u otras formas adecuadas. Un controlador puede proporcionar estos números a un controlador exterior, tal como un controlador principal (por ejemplo el controlador principal 217), para una comprobación de configuración del sistema. La finalidad de la comprobación de configuración de hardware es asegurar que se usa el controlador correcto para la aplicación.

50 La "configuración de software" de un controlador se refiere a información de software que tiene el controlador. Un controlador puede proporcionar la información de configuración de software a un controlador exterior, tal como un controlador principal (por ejemplo el controlador principal 217), para una comprobación de configuración del sistema. La finalidad de la comprobación de configuración de software es asegurar que el software en el controlador es el software correcto para la aplicación y que es la versión aprobada más reciente.

60 Tanto la comprobación de configuración de hardware como de software puede ser muy importantes para asegurar la integridad del sistema de control (por ejemplo el sistema de control 200). La comprobación de integridad puede ser una obligación con respecto a sistemas relacionados con la seguridad.

65 Si se determina que al menos uno de la pluralidad de controladores 208a-j tiene una o ambas de la configuración de hardware errónea y la configuración de software errónea, al menos uno de la pluralidad de controladores 208a-j se dispone en una posición errónea en la turbina eólica 204 o en la planta de generación eólica 202 o al menos uno de la pluralidad de controladores 208a-j recibe la información operativa errónea desde la unidad de almacenamiento de datos correspondiente 218a-j, el controlador principal 206 impide el arranque de la turbina eólica 204 o el subsistema

de la planta de generación eólica y transmite una señal de aviso.

La planta de generación eólica 202 puede tener diversos subsistemas (no mostrados). En una realización, el subsistema de la planta de generación eólica puede ser un sistema de medición para la medición de tensión, corriente y ángulo de fase en el punto de acoplamiento común. En otra realización, el subsistema de la planta de generación eólica puede ser un sistema de baterías que proporciona alimentación de reserva en caso de fallo de la red. En otra realización, el subsistema de la planta de generación eólica puede ser un sistema de metrología para la medición de la velocidad del viento y la dirección del viento. En otra realización, el subsistema de la planta de generación eólica puede ser un sistema controlador del aparellaje.

En el caso de que tenga lugar una configuración errónea en un subsistema de la planta de generación eólica particular, aún puede permitirse que funcione la planta de generación eólica 202. La planta de generación eólica 202 puede funcionar normalmente si el subsistema de la planta de generación eólica que tiene la configuración errónea no es obligatorio para que funcione la planta de generación eólica 202.

Si se determina que la pluralidad de controladores 208a-j tiene la configuración correcta de hardware y software, se disponen en las posiciones correctas en la turbina eólica 204 o en la planta de generación eólica 202, y reciben información operativa correcta desde las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218a-j, el controlador principal 206 transmite una señal de arranque de la turbina eólica.

En otras palabras, el contenido de datos (por ejemplo información operativa) de las unidades de almacenamiento de datos 218a-j puede usarse para verificar con seguridad la configuración del sistema antes de arrancar la turbina eólica 204 o la planta de generación eólica 202. El contenido de datos (por ejemplo información operativa) de las unidades de almacenamiento de datos 218a-j puede usarse para verificar con seguridad que la configuración del software de los nodos del sistema de control distribuido satisface la configuración del sistema antes de arrancar la turbina eólica 204 o la planta de generación eólica 202.

En una realización, el sistema de control 200 puede incluir un controlador de la planta de generación (no mostrado) en la subestación 206. El controlador de la planta de generación puede acoplarse a los controladores 208f, 208g, 208j en la subestación 206. El controlador de la planta de generación puede tener las mismas o similares funciones que el controlador principal 217. Por ejemplo, el controlador de la planta de generación puede transmitir software a los controladores 208f, 208g, 208j en la subestación 206 de acuerdo con las funciones respectivas de los controladores 208f, 208g, 208j determinadas a partir de la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218f, 218g, 218j.

En otra realización, el controlador de la planta de generación puede acoplarse a la pluralidad de controladores 208a-j. El controlador de la planta de generación puede transmitir software a la pluralidad de controladores 208a-j de acuerdo con las funciones respectivas de la pluralidad de controladores 208a-j determinadas a partir de la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218a-j. El controlador de la planta de generación puede acoplarse también al controlador principal 217 y/o al controlador principal adicional 220. El controlador de la planta de generación puede transmitir también software al controlador principal 217 y/o al controlador principal adicional 220 de acuerdo con las funciones respectivas determinadas a partir de la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218k, 218l.

Pueden usarse diversas configuraciones para el sistema de control 200. Para simplificar la ilustración, solo se describe en el presente documento un controlador principal 217.

Antes del arranque de la planta de generación eólica 202 y/o la turbina eólica 204, el controlador principal adicional 220 determina si las funciones relacionadas con la seguridad de la pluralidad de controladores 208a-j son correctas basándose en la información de configuración de hardware y de software recibida de la pluralidad de controladores 208a-j y la información operativa recibida desde las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218a-j. Si se determina que las funciones relacionadas con la seguridad en los controladores 208a-j son incorrectas, el controlador principal adicional 220 impide el arranque de la turbina eólica 204 o de la planta de generación eólica 202. Las funciones de control relacionadas con la seguridad de los controladores 208a-j pueden incluir, pero sin limitarse a, funciones que protegen al personal que trabaja en la turbina tales como paradas de emergencia, enclavamientos y cortinas de luz, y funciones que protegen la turbina tales como supervisión de la carga, detección de sobrevelocidad, detección de arcos, detección de humos, supervisión de la posición de orientación y control del paso de palas. El controlador principal adicional 220 es un controlador de protección relacionado con la seguridad debido a que el controlador principal adicional 220 realiza una comprobación para asegurar que las funciones relacionadas con la seguridad en los controladores 208a-j son correctas antes de que se permita el arranque de la planta de generación eólica 202 y/o la turbina eólica 204.

Por lo tanto, puede entenderse por un experto en la materia a partir de la descripción anterior que el sistema de control 200 se comporta también como un sistema de protección que realiza funciones de control relacionados con la seguridad. Algunas de las funciones de control relacionadas con la seguridad pueden incluir la protección de los seres humanos que trabajan en la turbina eólica, y la protección de la integridad de la turbina eólica para evitar fallos

en el sistema de control que conduzcan a daños estructurales en la turbina eólica, subsistemas de la turbina eólica o el sistema de la subestación.

El sistema de control 200 descrito anteriormente puede permitir la reutilización de los controladores 208a-j para diferentes turbinas eólicas y diferentes subsistemas en las turbinas eólicas. El sistema de control 200 anteriormente descrito puede permitir que los controladores 208a-j determinen automáticamente y con seguridad sus posiciones y funciones en la turbina eólica 204 o en la planta de generación eólica 202 mientras asegura que los controladores 208a-j tienen la configuración correcta de hardware y de software, se disponen en las posiciones correctas en la turbina eólica 204 o en la planta de generación eólica 202, y reciben información operativa correcta desde las unidades de almacenamiento de datos correspondientes 218a-j. El sistema de control 200 anteriormente descrito puede permitir también que los controladores 208a-j reciban el software apropiado (por ejemplo la última versión de software) para operación en la turbina eólica 204 o en la planta de generación eólica 202 de acuerdo con las funciones respectivas y las posiciones respectivas en las que se disponen.

Dicha determinación de posición, función y configuración puede mejorar la fabricación, operación y mantenimiento de la turbina eólica 204 o de la planta de generación eólica 202 dado que puede reducirse el riesgo asociado con errores humanos. En caso de montaje erróneo de los controladores 208a-j, el sistema de control 200 puede detectarlo automáticamente e impedir al arranque automático de la turbina eólica 204 o de la planta de generación eólica 202. El operador puede ser avisado apropiadamente y puede tomarse la acción correctiva. En consecuencia, pueden mejorarse la fiabilidad y seguridad de la turbina eólica / sistema de la planta de generación eólica.

Para permitir la reutilización de los controladores 208a-j, las unidades de almacenamiento de datos 218a-j permanecen en las posiciones predeterminadas respectivas de la turbina eólica 204 incluso cuando se sustituyen los controladores 208a-j. Por lo tanto, cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j se acopla a los uno o más componentes predeterminados de la turbina eólica 204 o de la planta de generación eólica 202. Los uno o más componentes predeterminados pueden formar o pertenecer a un subsistema de la planta de generación eólica 202 o de la turbina eólica 204. Por ello, cada unidad de almacenamiento de datos 218a-j puede considerarse como parte del subsistema de la planta de generación eólica 202 o de la turbina eólica 204. En consecuencia, junto a determinar las posiciones y funciones de los controladores 208a-j en la turbina eólica 204 o en la planta de generación eólica 202, la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos 218a-j puede permitir también a los controladores 208a-j verificar en qué subsistemas se montan los controladores 208a-j.

La Figura 3 muestra un controlador de ejemplo 302 acoplado a una unidad de almacenamiento de datos 304 de ejemplo de acuerdo con una realización. El controlador 302 tiene al menos una partición de controlador 306 y la unidad de almacenamiento de datos 304 tiene al menos una partición de memoria 308. En una realización, el número de particiones de controlador 306 del controlador 302 y el número de particiones de memoria 308 de la unidad de almacenamiento de datos 304 son los mismos. El controlador 302 tiene una partición de controlador 306 y la unidad de almacenamiento de datos 304 tiene una partición de memoria 308.

La partición de memoria 308 de la unidad de almacenamiento de datos 304 se acopla a la partición de controlador 306 del controlador 302. La partición de memoria 308 de la unidad de almacenamiento de datos 304 tiene la información operativa que pertenece al componente predeterminado de la turbina eólica 200 en el que se dispone la unidad de almacenamiento de datos 304. La partición de memoria 308 puede ser memoria persistente que puede leerse y modificarse por el controlador 302 (por ejemplo la partición de controlador 306 del controlador 302). La partición de controlador 306 del controlador 302 puede proporcionar alimentación a la partición de memoria 308 de la unidad de almacenamiento de datos 304, y la partición de memoria 308 de la unidad de almacenamiento de datos 304 puede proporcionar la información operativa a la partición de controlador 306 del controlador 302.

La Figura 4 muestra un controlador de ejemplo 402 acoplado a una unidad de almacenamiento de datos 404 de ejemplo de acuerdo con una realización. El controlador 402 tiene una partición de controlador 406 y la unidad de almacenamiento de datos 404 tiene más de una particiones de memoria (por ejemplo dos particiones de memoria 408a, 408b). El número de particiones de controlador 406 del controlador 402 y el número de particiones de memoria 408a, 408b de la unidad de almacenamiento de datos 404 son diferentes. La partición de controlador 406 del controlador 402 se acopla a ambas particiones de memoria 408a, 408b de la unidad de almacenamiento de datos 404. Las dos particiones de memoria 408a, 408b de la unidad de almacenamiento de datos 404 tienen la misma información operativa que pertenece al componente predeterminado de la turbina eólica en el que se dispone la unidad de almacenamiento de datos 404. Las particiones de memoria 408a, 408b pueden ser de memoria persistente que puede leerse y modificarse por la partición de controlador 404. La partición de controlador 406 del controlador 402 puede proporcionar alimentación a ambas particiones de memoria 408a, 408b de la unidad de almacenamiento de datos 404, y una o ambas de las particiones de memoria 408a, 408b de la unidad de almacenamiento de datos 404 pueden proporcionar la información operativa a la partición de controlador 406 del controlador 402.

En una realización, la unidad de almacenamiento de datos 404 es tolerante a fallos dado que tiene más de una particiones de memoria 408a, 408b que tienen la misma información operativa. En un caso en el que una de las particiones de memoria (por ejemplo la partición de memoria 408a) falle o el acoplamiento entre la partición de

controlador 406 y una de las particiones de memoria (por ejemplo la partición de memoria 408a) falle, la partición de controlador 406 puede ser capaz aún de obtener información operativa desde la otra partición de memoria (por ejemplo la partición de memoria 408b). Por ello, el tener más de una particiones de memoria 408a, 408b puede reducirse la probabilidad de que un fallo aleatorio en una partición de memoria 408a, 408b o una interfaz relacionada con el controlador 402 y/o partición de controlador 406 pueda provocar una situación en la que la turbina eólica no pueda arrancar debido a falta de información operativa (por ejemplo información de configuración del sistema).

La Figura 5 muestra un controlador de ejemplo 502 acoplado a una unidad de almacenamiento de datos 504 de ejemplo de acuerdo con una realización. El controlador 502 tiene más de una partición desde el controlador (por ejemplo dos particiones de controlador 506a, 506b) y la unidad de almacenamiento de datos 504 tiene más de una particiones de memoria (por ejemplo dos particiones de memoria 508a, 508b). El número de particiones de controlador 506a, 506b del controlador 502 y el número de particiones de memoria 508a, 508b de la unidad de almacenamiento de datos 504 son los mismos. Cada partición de memoria 508a, 508b de la unidad de almacenamiento de datos 504 se acopla a una partición de controlador correspondiente 506a, 506b del controlador 502. Las dos particiones de memoria 508a, 508b de la unidad de almacenamiento de datos 504 tienen la misma información operativa que pertenece al componente predeterminado de la turbina eólica 200 en el que se dispone la unidad de almacenamiento de datos 504. Las particiones de memoria 508a, 508b pueden ser de memoria persistente que puede leerse y modificarse por la partición de controlador correspondiente 506a, 506b. Las particiones de controlador 506a, 506b del controlador 502 pueden proporcionar alimentación a las particiones de memoria correspondientes 508a, 508b de la unidad de almacenamiento de datos 504, y las particiones de memoria 508a, 508b de la unidad de almacenamiento de datos 504 pueden proporcionar la información operativa a las particiones de controlador correspondientes 506a, 506b del controlador.

En una realización, el controlador 502 es tolerante a fallos dado que tiene más de una particiones de controlador 506a, 506b. Si una de las particiones de controlador (por ejemplo la partición de controlador 506a) falla, la otra partición de controlador (por ejemplo la partición de controlador 506b) puede recibir aún información operativa desde la partición de memoria correspondiente (por ejemplo la partición de memoria 508b). De manera similar, como se ha descrito anteriormente, la unidad de almacenamiento de datos 504 es tolerante a fallos dado que tiene más de una particiones de memoria 508a, 508b.

La Figura 6 muestra un controlador de ejemplo 602 acoplado a una unidad de almacenamiento de datos 604 de ejemplo de acuerdo con una realización. El controlador 602 tiene más de una particiones de controlador (por ejemplo cuatro particiones de controlador 606a, 606b, 606c, 606d) y la unidad de almacenamiento de datos 604 tiene más de una particiones de memoria (por ejemplo dos particiones de memoria 608a, 608b). El número de particiones de controlador 606a, 606b, 606c, 606d del controlador 602 y el número de particiones de memoria 608a, 608b de la unidad de almacenamiento de datos 604 son diferentes. El número de particiones de controlador 606a, 606b, 606c, 606d del controlador 602 es mayor que el número de particiones de memoria 608a, 608b de la unidad de almacenamiento de datos 604. Las dos particiones de memoria 608a, 608b de la unidad de almacenamiento de datos 604 tienen la misma información operativa que pertenece al componente predeterminado de la turbina eólica 200 en el que se dispone la unidad de almacenamiento de datos 604.

Tal como se muestra en la Figura 6, una partición de controlador 606a del controlador 602 se acopla a una partición de memoria correspondiente 608a de la unidad de almacenamiento de datos 604 y se acopla a la otra partición del controlador 606c del mismo controlador 602. La partición de controlador 606b del controlador 602 se acopla a una partición de memoria correspondiente 608b de la unidad de almacenamiento de datos 604 y se acopla a la otra partición del controlador 606d del mismo controlador 602. Las particiones de controlador 606a, 606b del controlador 602 pueden proporcionar alimentación a las particiones de memoria correspondientes 608a, 608b de la unidad de almacenamiento de datos 604, y las particiones de memoria 608a, 608b de la unidad de almacenamiento de datos 604 pueden proporcionar la información operativa a las particiones de controlador correspondientes 606a, 606b del controlador 602. En una realización, las particiones de memoria 608a, 608b pueden ser de memoria persistente que puede leerse y modificarse por la partición de controlador correspondiente 606a, 606b. Las particiones de controlador 606a, 606b puede proporcionar la información operativa a las particiones de controlador acopladas respectivas 606c, 606d.

En una realización, como se ha descrito anteriormente, el controlador 602 es tolerante a fallos dado que tiene más de una particiones de controlador 606a, 606b, 606c, 606d. De manera similar, como se ha descrito anteriormente, la unidad de almacenamiento de datos 604 es tolerante a fallos dado que tiene más de una particiones de memoria 608a, 608b.

Las configuraciones del controlador y de la unidad de almacenamiento de datos no están limitadas a las realizaciones tal como se han descrito anteriormente y se muestran en las Figuras 3 a 6. Pueden usarse diferentes configuraciones para el controlador y la unidad de almacenamiento de datos.

En una realización, los controladores usados en una turbina eólica pueden tener la misma configuración. En otra realización, los controladores usados en una turbina eólica pueden tener diferentes configuraciones.

En una realización, las unidades de almacenamiento de datos usadas en una turbina eólica pueden tener la misma configuración. En otra realización, las unidades de almacenamiento de datos usadas en una turbina eólica pueden tener diferentes configuraciones.

5 Además, el controlador puede tener funciones de control relacionadas con la seguridad y puede considerarse como controlador de seguridad. En consecuencia, el controlador puede tener propiedades relacionados con la seguridad. Por lo tanto, el controlador puede incluir particiones de controlador de seguridad y/o no de seguridad.

10 En una realización, todas las particiones de controlador del controlador pueden ser particiones de controlador de seguridad o particiones de no seguridad.

15 En otra realización, algunas de las particiones de controlador del controlador pueden ser particiones de controlador de seguridad y las particiones de controlador restantes del controlador pueden ser particiones de controlador no de seguridad. Por ejemplo, con referencia a la Figura 6, las particiones de controlador 606a, 606b del controlador 602 pueden ser particiones de controlador de seguridad y las particiones de controlador 606c, 606d del controlador 602 pueden ser particiones de controlador de no seguridad.

20 Las particiones de controlador de seguridad del controlador pueden realizar funciones de control relacionadas con la seguridad del equipo o del personal, por ejemplo una parada de la turbina eólica si se detecta que un convertidor es defectuoso o hay personal en el interior de la turbina. Las particiones de controlador no de seguridad del controlador pueden realizar funciones de control durante la operación normal.

25 En consecuencia, las propiedades relacionadas con la seguridad del controlador y de la partición de memoria pueden permitirles ser usados en sistemas críticos de seguridad tales como sistemas de la turbina eólica y sistemas de la planta de generación eólica.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica (100) que comprende un sistema de control (200), comprendiendo el sistema de control:

5 al menos un controlador principal (217, 220) y una pluralidad de controladores (208a-j) distribuidos en posiciones en la turbina eólica, estando acoplado el al menos un controlador principal a la pluralidad de controladores;

la turbina eólica comprende además una pluralidad de unidades de almacenamiento de datos (218a-j), estando distribuida cada unidad de almacenamiento de datos en la turbina eólica y dispuesta en una posición predeterminada de un controlador en la turbina eólica, estando acoplada la unidad de almacenamiento de datos al controlador
10 dispuesto en la misma posición;
en el que cada unidad de almacenamiento de datos comprende información operativa que pertenece a la posición predeterminada en la turbina eólica, y
en el que cada controlador se configura para leer la información operativa de la unidad de almacenamiento de datos acoplada y para determinar su función a partir de la información operativa;
15 en el que el al menos un controlador principal se configura para determinar si la pluralidad de controladores tiene la configuración correcta de hardware y de software basándose en información de configuración de hardware y de software recibida desde la pluralidad de controladores y la información operativa recibida desde las unidades de almacenamiento de datos correspondientes;
20 en el que el al menos un controlador principal se configura además para impedir el arranque de la turbina eólica y para proporcionar una señal de aviso cuando se determina que al menos uno de la pluralidad de controladores tiene uno o ambos de entre una configuración de hardware errónea y una configuración de software errónea, al menos uno de la pluralidad de controladores se dispone en una posición errónea en la turbina eólica o al menos uno de la pluralidad de controladores recibe la información operativa errónea desde la unidad de almacenamiento de datos correspondiente.
25

2. La turbina eólica de la reivindicación 1, en la que cada controlador se configura además para determinar a partir de la información operativa uno o más componentes de la turbina eólica a la que se acopla.

30 3. La turbina eólica de las reivindicaciones 1 o 2, en la que la información operativa comprende una o más de entre un grupo que consiste en un tipo de turbina eólica, una variante de la turbina eólica, un número de serie de la turbina eólica, una posición en la turbina eólica, un tipo de componente, una variante del componente, un número de serie del componente, una configuración del componente, un parámetro de calibración del componente, e información del sistema de control.
35

4. La turbina eólica de la reivindicación 1, en la que el al menos un controlador principal se configura para transmitir software a la pluralidad de controladores de acuerdo con las funciones respectivas de la pluralidad de controladores determinadas a partir de la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes.

40 5. La turbina eólica de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además al menos un controlador principal adicional acoplado a la pluralidad de controladores;
en la que el al menos un controlador principal adicional se configura para determinar si las funciones relacionadas con la seguridad en la pluralidad de controladores son correctas basándose en la información de configuración de hardware y de software recibida de la pluralidad de controladores y la información operativa recibida desde las
45 unidades de almacenamiento de datos correspondientes.

6. La turbina eólica de la reivindicación 5, en la que el al menos un controlador principal adicional se configura para impedir el arranque de la turbina eólica si se determina que las funciones en los controladores relacionadas con la seguridad son incorrectas.

50 7. La turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la unidad de almacenamiento de datos comprende al menos dos particiones de memoria y al menos dos particiones de controlador, y
en la que cada partición de memoria de la unidad de almacenamiento de datos comprende la misma información operativa, y en la que cada partición de memoria de la unidad de almacenamiento de datos se acopla a una partición de controlador correspondiente del controlador.
55

8. La turbina eólica de cualquier reivindicación 7, en la que el número de particiones de controlador del controlador es mayor que el número de particiones de memoria de la unidad de almacenamiento de datos correspondiente;
60 en la que una partición de controlador del controlador se acopla a una partición de memoria correspondiente de la unidad de almacenamiento de datos y a la otra partición de controlador del mismo controlador.

9. La turbina eólica de la reivindicación 7, en la que el número de particiones de controlador del controlador es menor que el número de particiones de memoria de la unidad de almacenamiento de datos correspondiente;
65 en la que dos o más particiones de memoria de la unidad de almacenamiento de datos se acoplan a la misma partición de controlador del controlador.

10. La turbina eólica de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que cada unidad de almacenamiento de

datos incluye un código legible.

- 5 11. La turbina eólica de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que cada unidad de almacenamiento de datos es programable por el controlador correspondiente.
12. La turbina eólica de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, en la que el al menos un controlador principal y el al menos un controlador principal adicional se acoplan a la pluralidad de controladores a través de una red de comunicación.
- 10 13. La turbina eólica de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, en la que al menos algunas de las unidades de almacenamiento de datos se acoplan respectivamente a el al menos un controlador principal y a el al menos un controlador principal adicional.
- 15 14. Una planta de generación eólica que comprende una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en la que el sistema de control comprende además un controlador de la planta de generación acoplado a uno o más de la pluralidad de controladores, el al menos un controlador principal y el al menos un controlador principal adicional, y en la que el controlador de la planta de generación se configura para transmitir software a los uno o más de la pluralidad de controladores, el al menos un controlador principal y el al menos un controlador principal adicional de acuerdo con las funciones respectivas de los uno o más de la pluralidad de controladores, el al menos un controlador principal y el al menos un controlador principal adicional determinados a partir de la información operativa de las unidades de almacenamiento de datos correspondientes.
- 20

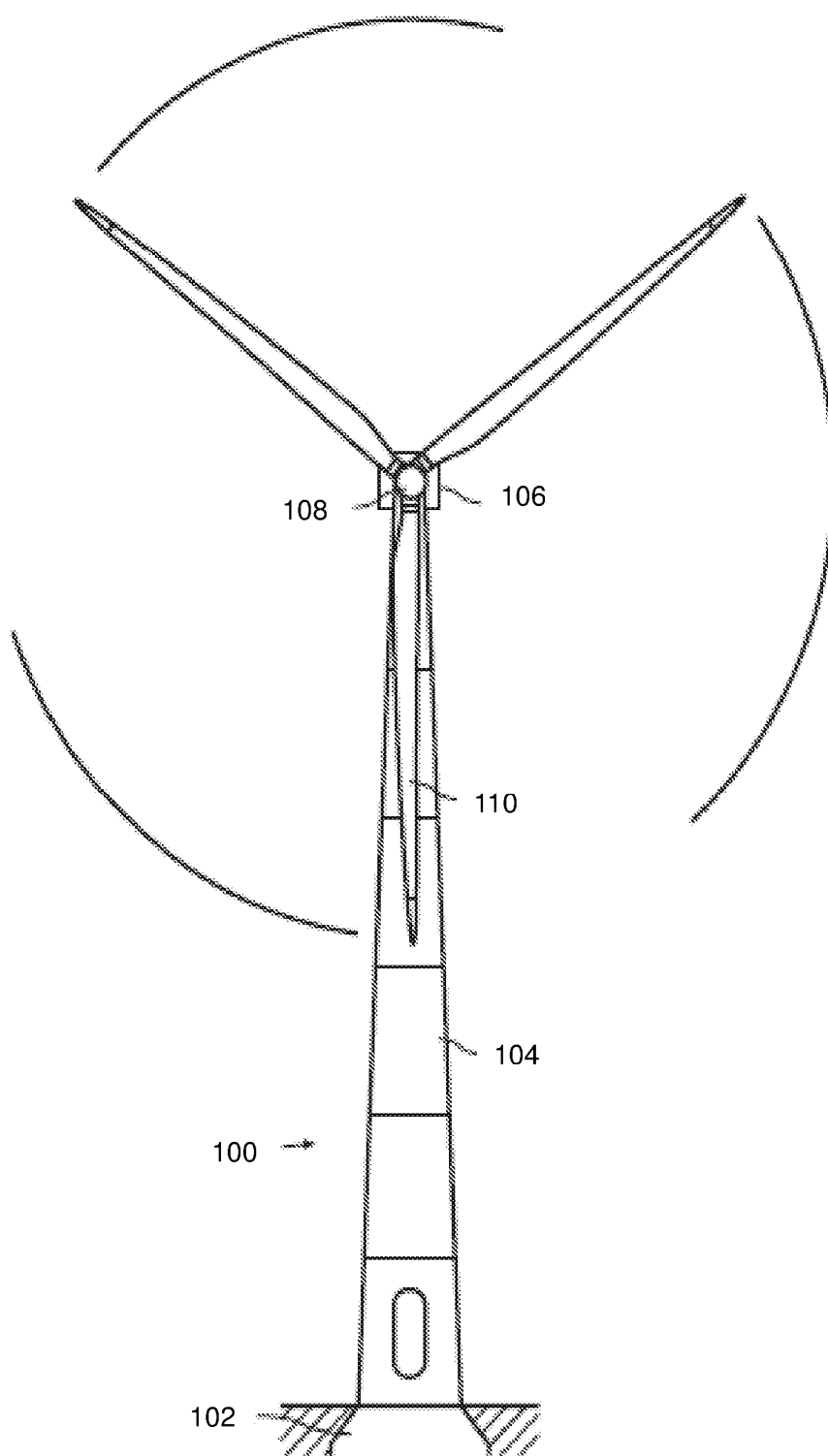


Figura 1

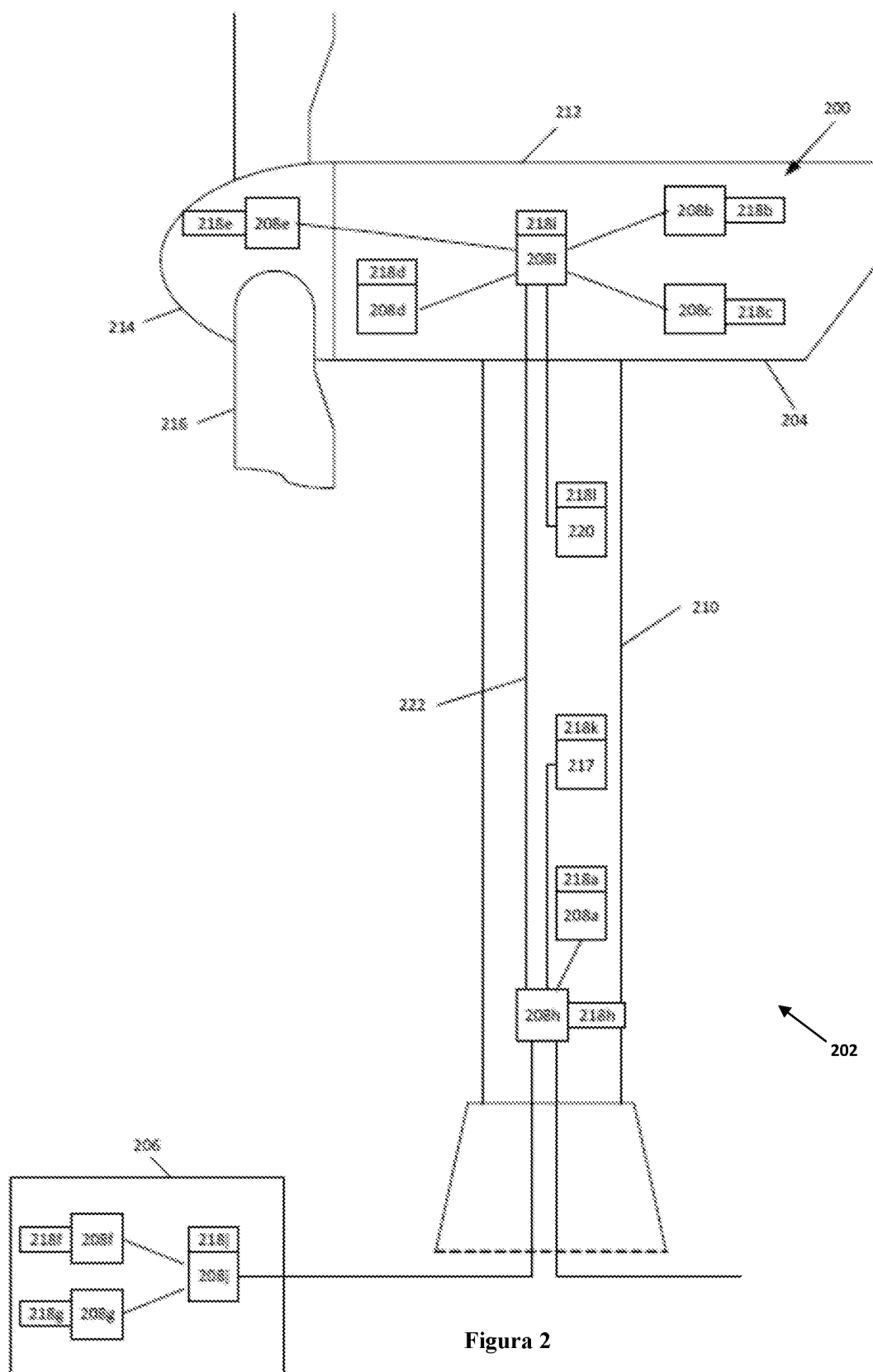


Figura 2

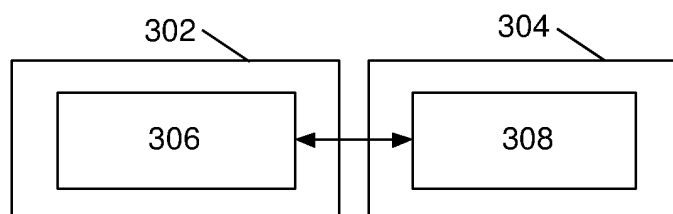


Figura 3

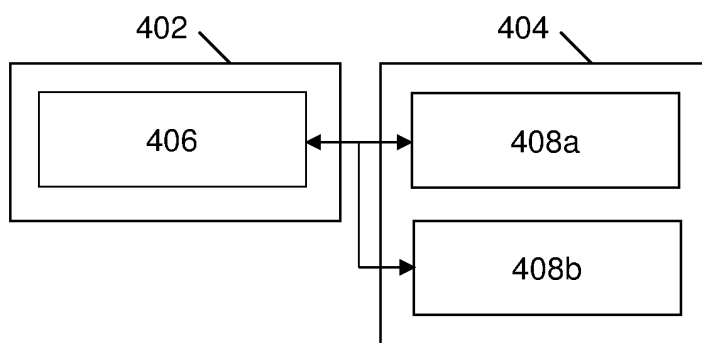


Figura 4

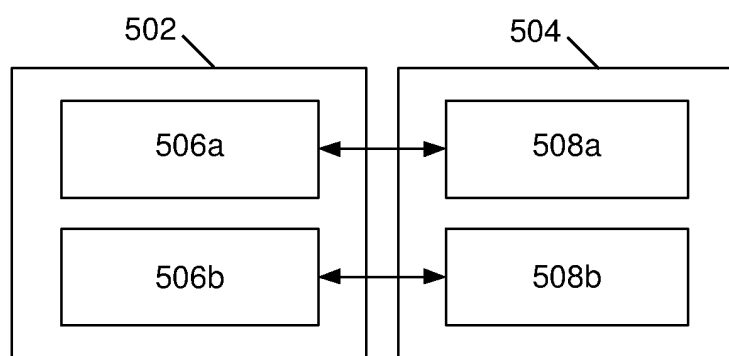


Figura 5

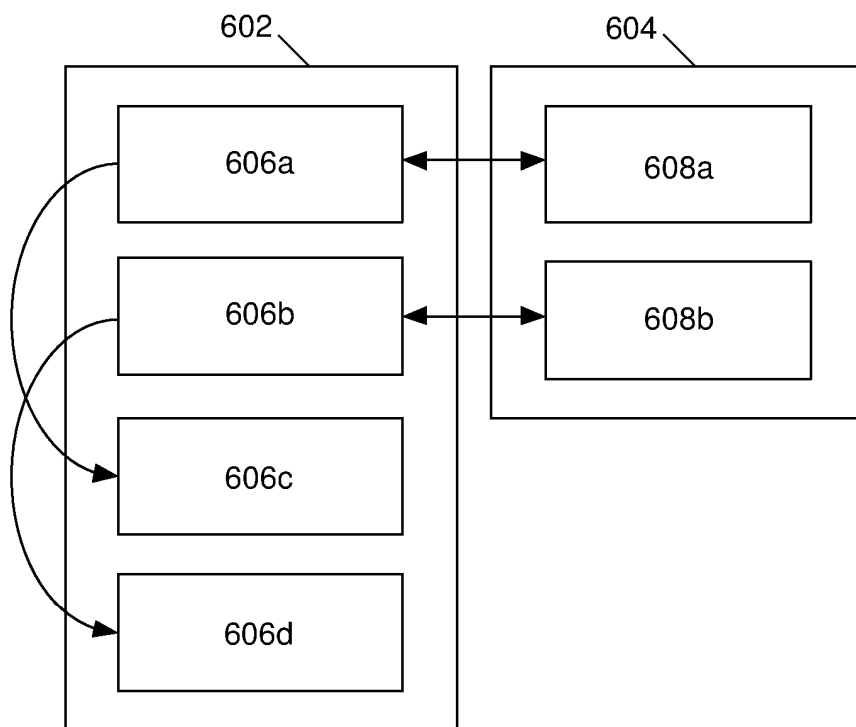


Figura 6