

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 833 398**

51 Int. Cl.:

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: **23.10.2015** E 15191184 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2020** EP 3012449

54 Título: **Sistema y procedimiento para monitorizar y controlar turbinas eólicas dentro de un parque eólico**

30 Prioridad:

23.10.2014 US 201414521661

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

15.06.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NOTO, WILLIAM BOREA;
CAFFREY, PAUL O. y
HAGMANN, JOERG**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 833 398 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 monitorizar y controlar turbinas eólicas dentro de un parque eólico

- 5 **[0001]** La presente materia se refiere, en general, a turbinas eólicas ubicadas dentro de un parque eólico y, más en particular, a un sistema y procedimiento que permite monitorizar y/o controlar el funcionamiento de las turbinas eólicas tanto de forma remota a través de un sistema control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) como localmente a través del acceso proporcionado desde controladores de turbina individuales.
- 10 **[0002]** Un parque eólico típicamente consiste en un grupo de turbinas eólicas interconectadas dispuestas en un sitio de parque determinado. El parque eólico puede incluir un grupo de dos turbinas eólicas o un grupo de cientos de turbinas eólicas, con las turbinas estando distribuidas en un área pequeña (por ejemplo, varios cientos de metros cuadrados) o en un área extendida (por ejemplo, cientos de kilómetros cuadrados). Como se entiende en general, el sitio del parque corresponde típicamente a una ubicación o área que proporciona la cantidad deseada de exposición al viento, que puede ser una ubicación en alta mar o una ubicación en tierra. Véase, por ejemplo, el documento US 2009/0309361.
- 15 **[0003]** Las turbinas eólicas dentro de un parque eólico generalmente se monitorizan y controlan mediante un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) que se encuentra dentro de una estación de control ubicada en el sitio del parque eólico. Específicamente, para cada instalación de un parque eólico, generalmente se construye o instala una estación de control individual en el sitio que incluye una gran cantidad de equipos informáticos, equipos de redes y comunicaciones y otros equipos que permiten al sistema SCADA monitorizar y controlar localmente el funcionamiento de las turbinas eólicas. Por ejemplo, el controlador de turbina alojado dentro de cada turbina eólica puede estar acoplado comunicativamente a diversos dispositivos informáticos ubicados dentro de la estación de control en el sitio. Los dispositivos informáticos de la estación de control pueden implementar entonces el sistema SCADA recopilando datos operativos de los controladores de turbina y transmitiendo señales de control a los controladores de turbina para controlar el funcionamiento de sus correspondientes turbinas eólicas.
- 20 **[0004]** Desafortunadamente, el coste de instalación de la estación de control en el sitio suele ser bastante elevado. Además, dicho coste suele ser el mismo independientemente de que el parque eólico contenga diez turbinas eólicas o doscientas. En consecuencia, las estaciones de control en el sitio que implementan sistemas SCADA contribuyen significativamente a los gastos generales relacionados con la instalación y el mantenimiento de un parque eólico. Por tanto, un sistema y un procedimiento mejorados que permitan que múltiples parques eólicos sean monitorizados y controlados de manera efectiva y eficiente desde un solo sistema SCADA fuera del sitio sería bienvenido en la tecnología. Al hacerlo, también existe la necesidad de que el sistema y el procedimiento puedan adaptarse a los problemas de conectividad de la red entre el sistema SCADA fuera del sitio y un parque eólico dado para garantizar que el parque eólico pueda continuar manteniéndose a pesar de una pérdida de conexión con el sistema SCADA remoto.
- 25 **[0005]** Diversos aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden ser claros a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la práctica de la invención.
- 30 **[0006]** En un aspecto, la materia se refiere a un sistema 2 de acuerdo con la reivindicación 1 para monitorizar y controlar el funcionamiento de turbinas eólicas ubicadas dentro de un parque eólico. El sistema puede incluir, en general, una primera turbina eólica y una segunda turbina eólica ubicadas dentro del parque eólico. La primera turbina eólica puede incluir un primer controlador de turbina configurado para supervisar uno o más parámetros de funcionamiento asociados con la primera turbina eólica y proporcionar una primera interfaz de control para controlar el funcionamiento de la primera turbina eólica. La segunda turbina eólica puede incluir un segundo controlador de turbina configurado para supervisar uno o más parámetros de funcionamiento asociados con la segunda turbina eólica y proporcionar una segunda interfaz de control para controlar el funcionamiento de la segunda turbina eólica. El segundo controlador de turbina también puede incluir un procesador y una memoria asociada. La memoria puede almacenar instrucciones que, cuando son implementadas por el procesador, configuran el segundo controlador de turbina para acceder a datos del primer controlador de turbina. Además, el sistema puede incluir un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) fuera del sitio, ubicado de forma remota al parque eólico. El sistema SCADA fuera del sitio puede incluir un servidor acoplado comunicativamente a los primer y segundo controladores de turbina. El servidor puede configurarse para comunicar señales de control a los primer y segundo controladores de turbina para controlar el funcionamiento de las primera y segunda turbinas eólicas. Además, el sistema SCADA fuera del sitio puede configurarse además para recibir datos asociados con los parámetros de funcionamiento monitorizados por los primer y segundo controladores de turbina. Además, cuando se pierde la conectividad entre el parque eólico y el sistema SCADA fuera del sitio, el segundo controlador de turbina puede configurarse para acceder a datos del primer controlador de turbina asociados con uno o más parámetros de funcionamiento de la primera turbina eólica para monitorizar el funcionamiento de la primera turbina eólica.
- 35 **[0007]** En otro aspecto, la presente materia se refiere a un procedimiento para monitorizar y controlar el funcionamiento de turbinas eólicas contenidas dentro de un parque eólico, en el que el parque eólico incluye una primera turbina eólica que tiene un primer controlador de turbina y una segunda turbina eólica que tiene un segundo

controlador de turbina. El procedimiento puede incluir, en general, recibir, con el primer controlador de turbina, una indicación de una pérdida de conectividad con un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) fuera del sitio configurado para transmitir señales de control al primer y segundo controladores de turbina para controlar el funcionamiento de la primera y segunda turbinas eólicas. Además, el procedimiento puede incluir acceder a datos del segundo controlador de turbina asociados con uno o más parámetros de funcionamiento de la segunda turbina eólica y proporcionar acceso a una interfaz de control del segundo controlador de turbina.

[0008] Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que están incorporados en, y que forman parte de, esta memoria descriptiva, ilustran modos de realización de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

[0009] En los dibujos:

La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un modo de realización de una turbina eólica;

La FIG. 2 ilustra una vista interna en perspectiva de un modo de realización de una góndola adecuada para su uso con la turbina eólica mostrada en la FIG. 1;

La FIG. 3 ilustra una vista simplificada de un modo de realización de un sistema para monitorizar y controlar el funcionamiento de turbinas eólicas ubicadas dentro de un parque eólico de acuerdo con aspectos de la presente materia;

La FIG. 4 ilustra una vista esquemática de diversos componentes del sistema mostrado en la FIG. 3; y

La FIG. 5 ilustra un diagrama de flujo de un modo de realización de un procedimiento para monitorizar y controlar el funcionamiento de turbinas eólicas ubicadas dentro de un parque eólico de acuerdo con aspectos de la presente materia.

[0010] Ahora se hará referencia en detalle a modos de realización de la invención, de los que se ilustran uno o más ejemplos en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, y no como una limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden hacer diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de un modo de realización se pueden usar con otro modo de realización para producir un modo de realización adicional. Por tanto, se pretende que la presente invención abarque dichas modificaciones y variaciones como vienen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas

[0011] En general, la presente materia se refiere a un sistema y procedimiento para monitorizar y controlar el funcionamiento de turbinas eólicas ubicadas dentro de un parque eólico. Específicamente, en varios modos de realización, se puede establecer un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) fuera del sitio, en un centro de control o de datos dado. El sistema SCADA fuera del sitio puede, a continuación, acoplarse comunicativamente a uno o más parques eólicos remotos para permitir que el sistema SCADA monitorice y controle de forma remota el funcionamiento de las diversas turbinas eólicas contenidas dentro del o de los parques eólicos.

[0012] Al proporcionar un sistema SCADA fuera del sitio que sirve a una pluralidad de diferentes parques eólicos, los costes de instalación y mantenimiento de la estación de control centralizada pueden compartirse entre todos los parques eólicos, reduciendo así los costes generales para operar cada parque eólico individual. Además, el sistema SCADA fuera del sitio compartido puede proporcionar un medio más eficiente para instalar actualizaciones de software, ya que la actualización solo necesita instalarse en la estación de control centralizada en lugar de en cada estación de control en el sitio individual.

[0013] Adicionalmente, de acuerdo con aspectos de la presente materia, cada controlador de turbina dentro de un parque eólico dado puede estar provisto de instrucciones o software adecuados legibles por ordenador que permitan que el controlador de turbina implemente localmente una o más de las funciones del sistema SCADA fuera del sitio. Como tal, cuando se pierde la conectividad entre el sistema SCADA y el parque eólico, cualquiera de los controladores de turbina se puede utilizar para recopilar datos asociados con el funcionamiento de las diversas turbinas eólicas dentro del parque eólico y/o para proporcionar acceso para controlar el funcionamiento de las distintas turbinas eólicas. Por ejemplo, el software instalado en los controladores de turbina puede permitir que cada controlador de turbina proporcione un acceso de operador (por ejemplo, a través de un dispositivo informático asociado) a la interfaz hombre-máquina (HMI) (también denominada en el presente documento la interfaz de control) de cada otro controlador de turbina dentro del parque eólico (por ejemplo, a través de un enlace adecuado), proporcionando así un medio para que el operador controle localmente el funcionamiento de cada turbina eólica. Además, el software instalado en los controladores de turbina puede permitir que cada controlador de turbina informe o monitorice uno o más parámetros de funcionamiento asociados con las turbinas eólicas ubicadas dentro del parque eólico. Por ejemplo, en un modo de realización, cada controlador de turbina se puede configurar para acceder a datos de cualquier otro controlador de turbina que esté asociado con uno o más indicadores clave de rendimiento de cada turbina eólica dentro del parque

eólico, tales como el estado de fallo de cada turbina eólica, la velocidad de rotación de cada turbina eólica, la velocidad del viento en o adyacente a cada turbina eólica y/o la potencia de salida de cada turbina eólica.

5 **[0014]** Con referencia ahora a los dibujos, la FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un modo de realización de una turbina eólica 10 de acuerdo con aspectos de la presente materia. Como se muestra, la turbina eólica 10 incluye en general una torre 12 que se extiende desde una superficie de soporte 14, una góndola 16 montada en la torre 12 y un rotor 18 acoplado a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje giratorio 20 y al menos una pala de rotor 22 acoplada y que se extiende hacia fuera desde el buje 20. Por ejemplo, en el modo de realización ilustrado, el rotor 18 incluye tres palas 22 de rotor. Sin embargo, en un modo de realización alternativo, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas 22 de rotor. Cada pala de rotor 22 puede estar espaciada alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 y permitir que la energía cinética se transfiera del viento a energía mecánica utilizable y, posteriormente, energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 20 se puede acoplar de forma giratoria a un generador eléctrico 24 (FIG. 2) situado dentro de la góndola 16 para permitir que se produzca energía eléctrica.

15 **[0015]** La turbina eólica 10 también puede incluir un sistema de control de turbina o controlador de turbina 26 centralizado dentro de la góndola 16 (o dispuesto en cualquier otra ubicación adecuada dentro y/o en relación con la turbina eólica 10). En general, el controlador de turbina 26 puede comprender un ordenador u otra unidad de procesamiento adecuada. Por tanto, en varios modos de realización, el controlador de turbina 26 puede incluir instrucciones legibles por ordenador adecuadas que, cuando se implementan, configuran el controlador 26 para realizar diversas funciones diferentes, tales como recibir, transmitir y/o ejecutar señales de control de turbina eólica. Como tal, el controlador de turbina 26 se puede configurar en general para controlar los diversos modos de funcionamiento (por ejemplo, secuencias de arranque o parada) y/o los componentes de la turbina eólica 10. Por ejemplo, el controlador 26 se puede configurar para ajustar el pitch de pala o el ángulo de pitch de cada pala de rotor 22 (es decir, un ángulo que determina una perspectiva de la pala 22 con respecto a la dirección del viento) alrededor de un eje de pitch 28 para controlar la velocidad de rotación de la pala de rotor 22 y/o la potencia de salida generada por la turbina eólica 10. Por ejemplo, el controlador de turbina 26 puede controlar el ángulo de pitch de las palas de rotor 22, ya sea individual o simultáneamente, transmitiendo señales de control adecuadas a uno o más accionamientos de pitch o mecanismos de ajuste de pitch 32 (FIG. 2) de la turbina eólica 10.

30 **[0016]** En referencia ahora a la FIG. 2, se ilustra una vista interna simplificada de un modo de realización de la góndola 16 de la turbina eólica 10 mostrada en la FIG. 1. Como se muestra, se puede disponer un generador 24 dentro de la góndola 16. En general, el generador 24 se puede acoplar al rotor 18 para producir potencia eléctrica a partir de la energía de rotación generada por el rotor 18. Por ejemplo, como se muestra en el modo de realización ilustrado, el rotor 18 puede incluir un eje de rotor 38 acoplado al buje 20 para girar con el mismo. El eje de rotor 38 se puede acoplar, a su vez, de forma giratoria a un eje de generador 40 del generador 24 a través de una multiplicadora 42. Como se entiende en general, el eje de rotor 38 puede proporcionar una entrada de par de torsión alto y baja velocidad a la multiplicadora 42 en respuesta a la rotación de las palas de rotor 22 y el buje 20. A continuación, la multiplicadora 42 se puede configurar para convertir la entrada de par de torsión alto y baja velocidad en una salida de par de torsión bajo y alta velocidad para accionar el eje de generador 40 y, por tanto, el generador 24.

40 **[0017]** Adicionalmente, como se indicó anteriormente, el controlador de turbina 26 también puede estar ubicado dentro de la góndola 16 (por ejemplo, dentro de una caja o panel de control). Sin embargo, en otros modos de realización, el controlador de turbina 26 puede estar ubicado dentro de cualquier otro componente de la turbina eólica 10 o en una ubicación fuera de la turbina eólica. Como se entiende en general, el controlador de turbina 26 se puede acoplar de forma comunicativa a cualquier número de componentes de la turbina eólica 10 para controlar el funcionamiento de dichos componentes. Por ejemplo, como se indicó anteriormente, el controlador de turbina 26 puede estar acoplado comunicativamente a cada mecanismo de ajuste de pitch 32 de la turbina eólica 10 (uno para cada pala de rotor 22) mediante un controlador de pitch 30 para facilitar la rotación de cada pala de rotor 22 alrededor de su eje de paso 28.

50 **[0018]** Además, el controlador de turbina 26 también puede estar acoplado comunicativamente a uno o más sensores para monitorizar diversos parámetros de funcionamiento de la turbina eólica 10. Por ejemplo, en varios modos de realización, la turbina eólica 10 puede incluir uno o más sensores de generador 64 configurados para monitorizar uno o más parámetros de funcionamiento, relacionados con el generador, de la turbina eólica 10, tales como la potencia de salida del generador 24, la velocidad de rotación del generador 24, el par del generador y/o similares. De forma similar, el controlador de turbina 26 puede estar acoplado comunicativamente a uno o más sensores de viento 68 para monitorizar una o más condiciones del viento de la turbina eólica 10, tales como la velocidad del viento, la dirección del viento, la turbulencia o la intensidad de la turbulencia del viento y/o similares.

60 **[0019]** Por supuesto, la turbina eólica 10 puede incluir además diversos otros sensores adecuados para monitorizar cualquier otro parámetro de funcionamiento adecuado de la turbina eólica 10. Por ejemplo, la turbina eólica 10 puede incluir uno o más sensores de carga (no mostrados) para monitorizar las cargas que actúan sobre uno o más de los componentes de la turbina eólica (por ejemplo, las cargas que actúan sobre las palas 22, el buje 22 y/o la torre 12), uno o más sensores de eje (no mostrados) configurados para monitorizar uno o más parámetros de funcionamiento relacionados con el eje de la turbina eólica 10 (por ejemplo, la desviación o la velocidad de rotación del eje de rotor 38) y/o similares. Debe apreciarse que los diversos sensores descritos en el presente documento pueden corresponder

a sensores preexistentes de una turbina eólica 10 y/o sensores que se han instalado específicamente dentro de la turbina eólica 10 para permitir que se monitoricen uno o más parámetros de funcionamiento.

[0020] También debe apreciarse que, como se usa en el presente documento, el término "monitorizar" y variaciones del mismo indican que los diversos sensores de la turbina eólica 10 pueden configurarse para proporcionar una medición directa o indirecta de los parámetros de funcionamiento que se está monitorizando. Por tanto, los sensores pueden, por ejemplo, usarse para generar señales relacionadas con el parámetro de funcionamiento que se está monitorizando, que, a continuación, pueden ser utilizadas por el controlador de turbina 26 (o cualquier otro controlador o dispositivo informático adecuado) para determinar el parámetro de funcionamiento real.

[0021] Con referencia ahora a la FIG. 3, se ilustra un modo de realización de un sistema 100 para monitorizar y controlar el funcionamiento de turbinas eólicas 10 ubicadas dentro de un parque eólico 102 de acuerdo con aspectos de la presente materia. En general, el sistema 100 puede incluir un parque eólico 102 que contiene una pluralidad de turbinas eólicas 10 y un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) fuera del sitio 104 acoplado conmutativamente a las turbinas eólicas 10 ubicadas dentro del parque eólico 102. En el modo de realización ilustrado, el parque eólico 102 se muestra simplemente incluyendo cuatro turbinas eólicas 10. Sin embargo, los expertos en la técnica deberían apreciar fácilmente que el parque eólico 102 puede incluir cualquier otro número de turbinas eólicas 10, tal como más de cuatro turbinas eólicas 10 o incluso menos de cuatro turbinas eólicas 10. Por ejemplo, es común que los parques eólicos 102 incluyan cincuenta o más turbinas eólicas 10 o incluso cien o más turbinas eólicas 10.

[0022] También debe apreciarse que cada turbina eólica 10 ubicada dentro del parque eólico 102 puede configurarse, en general, igual o similar a la turbina eólica 10 descrita anteriormente con referencia a las FIGS. 1 y 2. Por ejemplo, cada turbina eólica 10 puede incluir una torre 12, que se extiende desde una superficie de soporte 14, una góndola 16 montada en la torre 12 y un rotor 18 acoplado a la góndola 16, con el rotor 18 comprendiendo un buje giratorio 20 y una o más palas de rotor 22. Adicionalmente, cada turbina eólica 10 puede incluir un controlador de turbina 26 configurado para monitorizar los parámetros de funcionamiento de la turbina, así como proporcionar una interfaz hombre-máquina (HMI) o interfaz de control para controlar el funcionamiento de la turbina eólica 10.

[0023] En varios modos de realización, cada controlador de turbina 26 puede estar acoplado comunicativamente a cada otro controlador de turbina 26 dentro del parque eólico 102 a través de una red de parque eólico local 106. En general, la red de parque eólico 106 puede corresponder a cualquier red cableada o inalámbrica adecuada que permita que los diversos controladores de turbina 26 se comuniquen entre sí a través de cualquier protocolo de comunicaciones adecuado (por ejemplo, TCP/IP, HTTP, SMTP, FTP) y/o usando cualquier codificación/formato adecuado (por ejemplo, HTML, XML) y/o esquemas de protección (por ejemplo, VPN, HTTP seguro, SSL). Por ejemplo, en un modo de realización, la red de parque eólico 106 puede corresponder a una red de área local (LAN).

[0024] Como se indicó anteriormente, el sistema 100 también puede incluir un sistema SCADA fuera del sitio 104 ubicado de forma remota al parque eólico 102. Por ejemplo, en varios modos de realización, el sistema SCADA 104 puede estar ubicado en un centro de control o de datos remoto 108, tal como un centro de datos dedicado a albergar equipos informáticos y de redes/comunicaciones. Sin embargo, en otros modos de realización, el sistema SCADA 104 puede disponerse en cualquier otra ubicación remota adecuada.

[0025] En general, el sistema SCADA fuera del sitio 104 puede configurarse para monitorizar y/o controlar remota y dinámicamente el funcionamiento de las diversas turbinas eólicas 10 ubicadas dentro del parque eólico 102. Específicamente, como se describirá a continuación, el sistema SCADA 104 puede incluir diversos componentes, tales como uno o más dispositivos informáticos (por ejemplo, uno o más servidores) y/o equipos de redes/comunicaciones relacionados, que permiten que el sistema 104 proporcione la funcionalidad descrita en el presente documento. Por ejemplo, el o los servidores pueden configurarse para recopilar datos de los diversos controladores de turbina 26 que están asociados con uno o más de los parámetros de funcionamiento monitorizados de las turbinas eólicas 10. Además, el o los servidores pueden configurarse para proporcionar una interfaz hombre-máquina (HMI) que permite la presentación de los datos recopilados al operador remoto del parque eólico 102. Mediante el uso de la HMI, el operador puede monitorizar y controlar el funcionamiento de cada turbina eólica 10 dentro del parque eólico 102. Por ejemplo, basándose en el o los parámetros de funcionamiento monitorizados de una o varias turbinas eólicas dadas 10, el operador puede utilizar la HMI para ordenar al o los controladores de turbina asociados 26 que ajusten el funcionamiento de la o las turbinas eólicas 10. En tal caso, el o los servidores pueden configurarse para transmitir uno o varios comandos de control adecuado al o a los controladores de turbina apropiados 26 para ajustar el funcionamiento de las turbinas eólicas 10 de acuerdo con las instrucciones del operador.

[0026] Debe apreciarse que el sistema SCADA fuera del sitio 104 puede servir, en general, como el "centro neurálgico" para el parque eólico 102. Específicamente, el sistema SCADA 104 puede configurarse para analizar continuamente la información relacionada con el rendimiento adquirida de cada controlador de turbina 26 y presentar dicha información al operador a través de la HMI. Como resultado, se puede permitir al operador controlar dinámicamente el funcionamiento de las diversas turbinas eólicas 10 contenidas dentro del parque eólico 102. Además, el sistema SCADA 104 también puede configurarse para almacenar toda la información relacionada con el rendimiento proporcionada por los controladores de turbina 26, lo que puede permitir que el sistema 104 analice el rendimiento de cada turbina eólica 10 a lo largo del tiempo. Dichos datos agregados en el tiempo pueden permitir que

se programen/implementen acciones correctoras y/o mantenimiento periódico, así como proporcionar un medio para monitorizar el parque eólico 102 con respecto a sus requisitos de rendimiento a largo plazo.

[0027] Para proporcionar dichos adquisición de datos y control operativo remotos, debe apreciarse que el sistema SCADA fuera del sitio 104 puede configurarse, en general, para acoplarse a cada controlador de turbina 26 dentro del parque eólico 102 (por ejemplo, a través de la red de parque eólico local 106) a través de una red adecuada 110. En general, la red 110 puede corresponder a cualquier red cableada o inalámbrica adecuada que permita al sistema SCADA 104 comunicarse con los diversos controladores de turbina 26 a través de cualquier protocolo de comunicaciones adecuado (por ejemplo, TCP/IP, HTTP, SMTP, FTP) y/o usando cualquier codificación/formato adecuado (por ejemplo, HTML, XML) y/o esquemas de protección (por ejemplo, VPN, HTTP seguro, SSL). Por ejemplo, en un modo de realización, la red 110 puede corresponder a una red de área amplia (WAN).

[0028] También debe apreciarse que, aunque el sistema 100 se ha descrito anteriormente en general con referencia a un solo parque eólico 102, el sistema SCADA fuera del sitio asociado 104 puede configurarse, en general, para acoplarse comunicativamente a cualquier número de parques eólicos 102. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, el sistema SCADA 104 puede configurarse para servir como el "centro neurálgico" para una pluralidad de diferentes parques eólicos 102 ubicados en una pluralidad de diferentes ubicaciones de modo que el rendimiento de cada turbina eólica ubicada dentro de los diversos parques eólicos 102 pueda ser monitorizado y controlado desde una única ubicación.

[0029] Adicionalmente, en varios modos de realización, un operador de un parque eólico 102 dado puede estar configurado para comunicarse tanto con el sistema SCADA fuera del sitio 104 como con los controladores de turbina 26 individuales a través de un dispositivo informático cliente 150 separado. Específicamente, como se muestra en la FIG. 3, el dispositivo cliente 150 puede configurarse para conectarse a la red de parque local 106 y/o la red 110, permitiendo de este modo que el dispositivo 150 obtenga acceso al sistema SCADA 104 y/o los controladores de turbina 26. Por ejemplo, como se describirá a continuación, cuando se pierde la conectividad de red entre el sistema SCADA 104 y el parque eólico, el operador puede utilizar su dispositivo cliente 150 para conectarse a uno de los controladores de turbina 26, lo que puede permitir entonces al operador monitorizar el funcionamiento de cada turbina eólica 10 dentro del parque eólico 102 y/o obtener acceso a la interfaz de control proporcionada por cada controlador de turbina 26.

[0030] Con referencia ahora a la FIG. 4, se ilustra una vista esquemática del sistema 100 mostrado en la FIG. 3 de acuerdo con aspectos de la presente materia. Como se muestra en la FIG. 4, el sistema SCADA fuera del sitio 104 puede incluir uno o más servidores 112 configurados para comunicarse con cada controlador de turbina 26 dentro del parque eólico 102 a través de la red 110. Por ejemplo, en varios modos de realización, el sistema SCADA 104 puede implementarse dentro de un parque de servidores que incluye una pluralidad de servidores 112, con cada servidor 112 estando configurado para comunicarse con los controladores de turbina 26 ubicados dentro de uno o más parques eólicos 102. En general, cada servidor 112 puede corresponder a y/o estar asociado con un dispositivo informático o cualquier otra unidad de procesamiento adecuada. Debe apreciarse que, como se usa en el presente documento, el término "servidor" puede corresponder a dispositivos informáticos físicos o máquinas virtuales alojadas en dispositivos informáticos físicos.

[0031] Como se muestra en la FIG. 4, cada servidor 112 puede incluir, en general, y/o puede estar asociado con uno o más procesadores 114 y memoria asociada 116 configurados para realizar una variedad de funciones implementadas por ordenador (por ejemplo, realizar los procedimientos, etapas, cálculos y similares divulgados en el presente documento). Como se usa en el presente documento, el término "procesador" se refiere no solo a los circuitos integrados referidos en la técnica como incluidos en un ordenador, sino que también se refiere a un controlador, un microcontrolador, un microordenador, un controlador lógico programable (PLC), un circuito integrado específico de aplicación y otros circuitos programables. Adicionalmente, la memoria 116 en general puede comprender elementos de memoria que incluyen, pero no se limitan a, un medio legible por ordenador (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM)), un medio no volátil legible por ordenador (por ejemplo, una memoria flash), un disquete, un disco compacto de memoria de solo lectura (CD-ROM), un disco magnetoóptico (MOD), un disco versátil digital (DVD) y/u otros elementos de memoria adecuados. Dicha memoria 116 puede configurarse, en general, para almacenar información accesible al o a los procesadores 114, incluyendo datos 118 que pueden ser recuperados, manipulados, creados y/o almacenados por el o los procesadores 114 e instrucciones 120 que pueden ser ejecutadas por el o los procesadores 114.

[0032] En varios modos de realización, los datos 118 se pueden almacenar en una o más bases de datos. Por ejemplo, la memoria 116 puede incluir una base de datos de rendimiento (no mostrada) que incluye datos de rendimiento recopilados para las diversas turbinas eólicas 10 contenidas dentro de un parque eólico 102. Específicamente, como se indicó anteriormente, cada controlador de turbina 26 puede configurarse para monitorizar diversos parámetros de funcionamiento asociados con el rendimiento operativo de su turbina eólica asociada 10. Como tal, los datos relacionados con el rendimiento pueden transmitirse desde cada controlador de turbina 26 al o a los servidores 112 (por ejemplo, a través de la red 110) y almacenarse posteriormente dentro de la base de datos de rendimiento.

[0033] Adicionalmente, en varios modos de realización, las instrucciones 120 almacenadas dentro de la memoria 116 de cada servidor 112 pueden ser ejecutadas por el o los procesadores 114 para implementar un módulo SCADA 122. En general, el módulo SCADA 122 puede configurarse para permitir que el sistema SCADA fuera del sitio 104 monitorice y controle el funcionamiento de las diversas turbinas eólicas 10 ubicadas dentro del parque eólico 102. Por ejemplo, el módulo SCADA 122 puede configurarse para recibir, clasificar y/o procesar de otro modo los datos de rendimiento transmitidos desde los controladores de turbina 26. Además, el módulo SCADA 122 puede configurarse para proporcionar una HMI adecuada para permitir que un operador vea los datos de rendimiento asociados con una o varias turbinas eólicas 10 dadas y que controle el funcionamiento de dichas turbinas 10. Por ejemplo, el módulo SCADA 122 puede configurarse para acceder a la HMI individual o la interfaz de control de cada controlador de turbina 26 y, basándose en entradas adecuadas proporcionadas por el operador, transmitir comandos de control adecuados al controlador de turbina 26 para ajustar el funcionamiento de su turbina eólica 10 asociada.

[0034] Como se muestra en la FIG. 4, cada servidor 112 también puede incluir una red o interfaz de comunicaciones 124 para permitir que el servidor 112 se comuniquen a través de la red 110. En general, la interfaz de comunicaciones 124 puede corresponder a cualquier dispositivo/medio adecuado que permita al servidor 112 interactuar con la red 110.

[0035] Adicionalmente, de forma similar al o a los servidores 112, cada controlador de turbina 26 también puede incluir uno o más procesadores 130 y la memoria 132 asociada. Dicha memoria 132 puede configurarse, en general, para almacenar información accesible al o a los procesadores 130, incluyendo datos 134 que pueden ser recuperados, manipulados, creados y/o almacenados por el o los procesadores 130 e instrucciones 136 que pueden ser ejecutadas por el o los procesadores 130. Por ejemplo, en varios modos de realización, los datos 134 pueden almacenarse en una o más bases de datos, tales como una base de datos de rendimiento (no mostrada) que almacena información relacionada con uno o más parámetros de funcionamiento de la turbina eólica 10 asociada.

[0036] Además, en varios modos de realización, las instrucciones 136 almacenadas dentro de la memoria 132 de cada controlador de turbina 26 pueden ser ejecutadas por el o los procesadores 130 para implementar un módulo SCADA secundario o de respaldo 138. En general, el módulo SCADA secundario 138 puede configurarse para permitir que el controlador de turbina 26 realice localmente funciones iguales o similares a las realizadas por el sistema SCADA fuera del sitio 104, lo que puede ser particularmente ventajoso cuando el parque eólico 102 ha perdido conectividad al sistema SCADA 104 (por ejemplo, cuando la red 110 se ha caído). Por ejemplo, el módulo SCADA secundario 138 puede configurarse para permitir que el controlador de turbina 26 sirva como una unidad de adquisición de datos para recopilar y/o monitorizar los parámetros de funcionamiento de cada turbina eólica 10 dentro del parque eólico 102. Además, el módulo SCADA secundario 138 puede permitir que el controlador de turbina 26 proporcione acceso a la HMI o interfaz de control de cualquier otro controlador de turbina 26 conectado a la red de parque eólico local 106. Por ejemplo, el módulo SCADA secundario 138 puede proporcionar una HMI o interfaz de control que enlaza con todas las demás HMI o interfaces de control dentro del parque 102. Como resultado, el módulo SCADA secundario 138 puede servir como un medio para que un operador o técnico gestione localmente cada turbina eólica 10 dentro del parque eólico 102.

[0037] En un modo de realización, el módulo SCADA secundario 138 implementado en un controlador de turbina 26 dado puede configurarse para proporcionar exactamente la misma funcionalidad que el módulo SCADA 122 implementado por el o los servidores 122 que hacen funcionar el sistema SCADA fuera del sitio 104. Sin embargo, dadas las limitaciones de almacenamiento y/o procesamiento asociadas con muchos controladores de turbina 26, el módulo SCADA secundario 148 puede, en modos de realización alternativos, corresponder a una versión significativamente más ligera del módulo SCADA 122 que es implementado por el o los servidores 112. Por ejemplo, en un modo de realización particular, el módulo SCADA secundario 138 solo puede configurar un controlador de turbina 26 dado para recopilar y/o monitorizar ciertos datos de otros controladores de turbina 26 dentro del parque eólico 102 que están relacionados con indicadores clave de rendimiento, tales como el estado de fallo de cada turbina eólica 10, la velocidad del viento asociada con cada turbina eólica 10, la velocidad operativa rotacional de cada turbina eólica 10, la potencia de salida de cada turbina eólica 10 y/o similares.

[0038] Además, como se muestra en la FIG. 4, cada controlador de turbina 26 también puede incluir una red o interfaz de comunicaciones 140 para proporcionar comunicaciones a través de la red de parque eólico local 106 y/o la red 110. De manera similar a la interfaz 124 para el o los servidores 112, la interfaz de comunicaciones 140 puede ser, en general, cualquier dispositivo/medio que permita que el controlador de turbina 26 interactúe con la red de parque eólico 106 y/o la red 110.

[0039] Adicionalmente, como se indicó anteriormente, un dispositivo cliente 150 puede configurarse para conectarse a la red de parque local 106 y/o la red 110 para permitir que un operador que usa el dispositivo 150 se comuniquen de forma remota o local con el o los servidores 112 del sistema SCADA fuera del sitio 104 y/o los controladores de turbina individuales 26. En general, el dispositivo cliente 150 puede corresponder a cualquier dispositivo informático adecuado u otra unidad de procesamiento adecuada. Por tanto, el dispositivo cliente 150 puede incluir uno o más procesadores 152 y la memoria asociada 154. De manera similar a los dispositivos informáticos descritos anteriormente, la memoria 154 puede configurarse, en general, para almacenar información accesible al o a los procesadores 152, incluyendo datos que pueden ser recuperados, manipulados, creados y/o almacenados por el o los procesadores 152 e

instrucciones que pueden ser ejecutadas por el o los procesadores 152. Adicionalmente, como se muestra en la FIG. 4, el dispositivo cliente 150 puede incluir una red o interfaz de comunicaciones 156 para proporcionar comunicaciones a través de la red de parque eólico local 106 y/o la red 110.

5 **[0040]** De acuerdo con aspectos de la presente materia, el dispositivo cliente 150 puede ser utilizado por un operador para comunicarse con uno o más de los controladores de turbina 26 cuando se haya perdido la conectividad de red entre el sistema SCADA 104 y el parque eólico 102, permitiendo de este modo que el operador continúe monitorizando y controlando las turbinas eólicas 10 ubicadas dentro del parque eólico 102. Específicamente, en varios modos de realización, cuando se pierde la conectividad de la red, el dispositivo cliente 150 puede configurarse para comunicarse con uno de los controladores de turbina 26 que implementan el módulo SCADA secundario 138. Como resultado, el operador puede ver los parámetros de funcionamiento monitorizados de cada turbina eólica 10 dentro del parque eólico 102 a través de la interfaz proporcionada por el módulo SCADA secundario 138. Además, como se indicó anteriormente, la implementación del módulo SCADA secundario 138 puede permitir que el controlador de turbina 26 proporcione un enlace que permita a un operador acceder a la interfaz de control de cualquier otro controlador de turbina 26. Dado dicho acceso, el operador puede entonces comunicarse directamente con un controlador de turbina 26 dado a través de su dispositivo cliente 150 para controlar el funcionamiento de la turbina eólica 10 asociada al controlador.

20 **[0041]** Con referencia ahora a la FIG. 5, se ilustra un modo de realización de un procedimiento 200 para monitorizar y controlar turbinas eólicas ubicadas dentro de un parque eólico de acuerdo con aspectos de la presente materia. En general, el procedimiento 200 se describirá en el presente documento con referencia al sistema 100 descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 3 y 4, particularmente en un caso en el que se ha perdido la conectividad entre el sistema SCADA fuera del sitio 104 y el parque eólico 102. Sin embargo, debe apreciarse que los aspectos del procedimiento 200 descrito pueden utilizarse en cualquier caso, independientemente de los problemas de conectividad, para permitir que un operador se comunique con uno o más controladores de turbina 26 con el fin de monitorizar y/o controlar el funcionamiento de todas o una parte de las turbinas eólicas 10 ubicadas dentro de un parque eólico 102. Además, aunque la FIG. 5 representa etapas realizadas en un orden particular con fines de ilustración y análisis, los procedimientos analizados en el presente documento no están limitados a ningún orden o disposición particular. Un experto en la técnica, usando las divulgaciones proporcionadas en el presente documento, apreciarán que las diversas etapas de los procedimientos divulgados en el presente documento se pueden omitir, reorganizar, combinar y/o adaptar de diversas formas sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

35 **[0042]** Como se muestra en la FIG. 5, en (202), el procedimiento 200 incluye recibir, con un controlador de turbina ubicado dentro del parque eólico (en lo sucesivo, el "primer controlador de turbina"), una indicación de una pérdida de conectividad entre el parque eólico y un sistema SCADA fuera del sitio. En general, cualquier señal o entrada adecuada puede proporcionar la indicación de que ha habido una pérdida de conectividad entre el parque eólico 102 y el sistema SCADA fuera del sitio 104. Por ejemplo, en un modo de realización, cada controlador de turbina 26 puede configurarse para detectar o percibir automáticamente cuándo se pierde la conexión de datos al sistema SCADA fuera del sitio 104. De forma alternativa, la indicación puede corresponder a una entrada del operador recibida por uno de los controladores de turbina 26. Por ejemplo, en el caso de problemas de conectividad, un operador puede ordenar a uno de los controladores de turbina 26 que ejecute las instrucciones 136 almacenadas dentro de su memoria 132 para implementar el módulo SCADA secundario 138 asociado a fin de proporcionar un medio para monitorizar y/o controlar el funcionamiento de una o más de las turbinas eólicas 10 ubicadas dentro del parque eólico 102.

45 **[0043]** Adicionalmente, en (204), el procedimiento 200 incluye acceder, con el primer controlador de turbina, a datos de un segundo controlador de turbina dentro del parque, que están relacionados con uno o más parámetros de funcionamiento para una turbina eólica asociada con el segundo controlador de turbina. Específicamente, como se indicó anteriormente, el módulo SCADA secundario 138 puede permitir que cada controlador de turbina 26 monitorice todos o algunos de los parámetros de funcionamiento de cada turbina eólica 10 dentro del parque eólico 102, tal como configurando un controlador de turbina dado 26 para monitorizar uno o más indicadores clave de rendimiento de las turbinas eólicas 10. Como resultado, un operador conectado al primer controlador de turbina (por ejemplo, a través de su dispositivo cliente 150) puede acceder a y ver el o los parámetros de funcionamiento asociados con cada turbina eólica 10 dentro del parque eólico 102.

55 **[0044]** Además, en (206), el procedimiento 200 incluye proporcionar, con el primer controlador de turbina, acceso a una interfaz de control del segundo controlador de turbina. Específicamente, como se indicó anteriormente, la implementación del módulo SCADA secundario 138 puede permitir que cada controlador de turbina 26 proporcione un enlace a la HMI o interfaz de control de cualquier otro controlador de turbina 26 conectado a la red de parque eólico local 106. Dicho enlace de interfaz puede permitir entonces al operador (a través de su dispositivo cliente 150) obtener acceso a la interfaz de control de otro controlador de turbina 26. Como resultado, el operador puede ver e interactuar con la interfaz de control del otro controlador de turbina 26, permitiendo de este modo al operador controlar directamente el funcionamiento de la turbina eólica 10 asociada con dicho otro controlador de turbina 26 a través del dispositivo cliente 150.

65 **[0045]** Debe apreciarse que en el presente documento se han descrito aspectos de la presente materia con referencia a un operador que se comunica con uno o más controladores de turbina 26 a través de su dispositivo cliente

- 150 para monitorizar y/o controlar el funcionamiento de cualquier número de turbinas eólicas 10 ubicadas dentro de un parque eólico 102. Sin embargo, en otros modos de realización, el módulo SCADA secundario 138 implementado por un controlador de turbina 26 dado puede permitir que el controlador 26 acceda a la interfaz de control de otro controlador de turbina 26 dentro del parque eólico 102 y posteriormente controlar de manera autónoma el funcionamiento de la turbina eólica 10 asociada con dicho otro controlador de turbina 26. Específicamente, el controlador de turbina 26 que implementa el módulo SCADA secundario 138 puede estar provisto de una lista de parámetros de funcionamiento máximos/mínimos y/u otros activadores que pueden ser referenciados por el controlador 26 cuando monitoriza los parámetros de funcionamiento de las otras turbinas eólicas 10 dentro del parque eólico 102. En dicho modo de realización, si un parámetro de funcionamiento para una turbina eólica dada excede un máximo predeterminado o cae por debajo de un mínimo predeterminado definido dicho parámetro (o si ocurre cualquier otro evento de activación), el controlador 26 puede configurarse para obtener acceso a la interfaz de control asociada con la turbina eólica 10 e implementar automáticamente una o más acciones correctoras para ajustar el funcionamiento de la turbina eólica 10.
- 5
- 10
- 15 **[0046]** Esta descripción escrita usa ejemplos para divulgar la invención y también para posibilitar que cualquier experto en la técnica ponga en práctica la invención, incluyendo fabricar y usar cualquier dispositivo o sistema y realizar cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención se define por las reivindicaciones

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para monitorizar y controlar el funcionamiento de turbinas eólicas (10) ubicadas dentro de un parque eólico (102), comprendiendo el sistema (100):

una primera turbina eólica (10) ubicada dentro del parque eólico (102), incluyendo la primera turbina eólica (10) un primer controlador de turbina (26) configurado para monitorizar uno o más parámetros de funcionamiento asociados con la primera turbina eólica (10) y proporcionar una primera interfaz de control para controlar el funcionamiento de la primera turbina eólica (10);

una segunda turbina eólica (10) ubicada dentro del parque eólico (102), incluyendo la segunda turbina eólica (10) un segundo controlador de turbina (26) configurado para monitorizar uno o más parámetros de funcionamiento asociados con la segunda turbina eólica (10) y proporcionar una segunda interfaz de control para controlar el funcionamiento de la segunda turbina eólica, incluyendo el segundo controlador de turbina un procesador (130) y una memoria asociada (132), almacenando la memoria (132) instrucciones (136) que, cuando son implementadas por el procesador (130), configurar el segundo controlador de turbina (26) para implementar un módulo SCADA secundario que permite que el segundo controlador de turbina eólica acceda a datos del primer controlador de turbina (26) y acceda a la primera interfaz de control del primer controlador de turbina eólica; y

un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) fuera del sitio (104) ubicado de forma remota al parque eólico (102), el sistema SCADA fuera del sitio (104) que incluye un servidor (112) acoplado comunicativamente al primer y segundo controladores de turbina (26), estando el servidor (112) configurado para comunicar señales de control a los primer y segundo controladores de turbina (26) con el fin de controlar el funcionamiento de la primera y segunda turbinas eólicas (10), estando el sistema SCADA fuera del sitio (104) configurado además para recibir datos asociados con uno o más parámetros de funcionamiento monitorizados por el primer y segundo controladores de turbina (26),

en el que, cuando se pierde la conectividad entre el parque eólico (102) y el sistema SCADA fuera del sitio (104), el segundo controlador de turbina (26) está configurado para ejecutar instrucciones almacenadas dentro de su memoria para implementar el SCADA secundario para acceder a datos del primer controlador de turbina (26) asociado con los uno o más parámetros de funcionamiento de la primera turbina eólica (10) con el fin de monitorizar el funcionamiento de la primera turbina eólica (10) y acceder a la primera interfaz de control del primer controlador de turbina eólica.

2. El sistema (100) de la reivindicación 1, en el que los uno o más parámetros de funcionamiento comprenden al menos uno de un estado de fallo de la primera turbina eólica (10), una velocidad del viento asociada con la primera turbina eólica (10), una velocidad operativa rotacional asociada con la primera turbina eólica (10) o una potencia de salida de la primera turbina eólica (10).
3. El sistema (100) de la reivindicación 1 o 2, en el que la memoria (132) almacena además instrucciones que, cuando son implementadas por el procesador (130), configuran el segundo controlador de turbina (26) para proporcionar acceso a la primera interfaz de control del primer controlador de turbina (26).
4. El sistema (100) de la reivindicación 3, que comprende además un dispositivo informático secundario (150) acoplado comunicativamente al segundo controlador de turbina (26) a través de una red (110), estando el segundo controlador de turbina (26) configurado para proporcionar al dispositivo informático secundario (150) acceso a la primera interfaz de control del primer controlador de turbina (26) para permitir que el funcionamiento de la primera turbina eólica (10) sea controlado por el dispositivo informático secundario (150).
5. El sistema (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el primer controlador de turbina (26) incluye un procesador (130) y una memoria asociada (132), almacenando la memoria (132) instrucciones que, cuando son implementadas por el procesador (130), configuran el primer controlador de turbina (26) para acceder a datos del segundo controlador de turbina (26) asociados con los uno o más parámetros de funcionamiento de la segunda turbina eólica (10) y para proporcionar acceso a la segunda interfaz de control del segundo controlador de turbina (26).
6. El sistema (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el parque eólico (102) incluye una pluralidad de turbinas eólicas (10), incluyendo cada turbina eólica (10) un controlador de turbina (26) configurado para proporcionar una interfaz de control para controlar el funcionamiento de la turbina eólica asociada (10), en el que el segundo controlador de la turbina (26) está configurado para acceder a datos asociados con uno o más parámetros de funcionamiento de cada una de la pluralidad de turbinas eólicas (10) y también para proporcionar acceso a la interfaz de control de cada controlador de turbina (26) del parque eólico (102).
7. El sistema (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además una pluralidad de parques eólicos (102) ubicados de forma remota al sistema SCADA fuera del sitio (104), en el que el servidor (112) está

acoplado comunicativamente a controladores de turbina (26) contenidos dentro de cada uno de la pluralidad de parques eólicos (102).

- 5 **8.** Un procedimiento para monitorizar y controlar el funcionamiento de turbinas eólicas ubicadas dentro de un parque eólico usando un sistema (100) para monitorizar y controlar el funcionamiento de turbinas eólicas (10) ubicadas dentro de un parque eólico (102) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, incluyendo el parque eólico una primera turbina eólica (10) que tiene un primer controlador de turbina (26) y una segunda turbina eólica (10) que tiene un segundo controlador de turbina (26), comprendiendo el procedimiento:
- 10 recibir, con el primer controlador de turbina (26), una indicación de pérdida de conectividad con un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) fuera del sitio configurado para transmitir señales de control al primer y segundo controladores de turbina (26) para controlar el funcionamiento de la primera y segunda turbinas eólicas;
- 15 acceder, con el primer controlador de turbina (26), a datos del segundo controlador de turbina (26) asociados con uno o más parámetros de funcionamiento de la segunda turbina eólica; y proporcionar, con el primer controlador de turbina (26), acceso a una interfaz de control del segundo controlador de turbina.

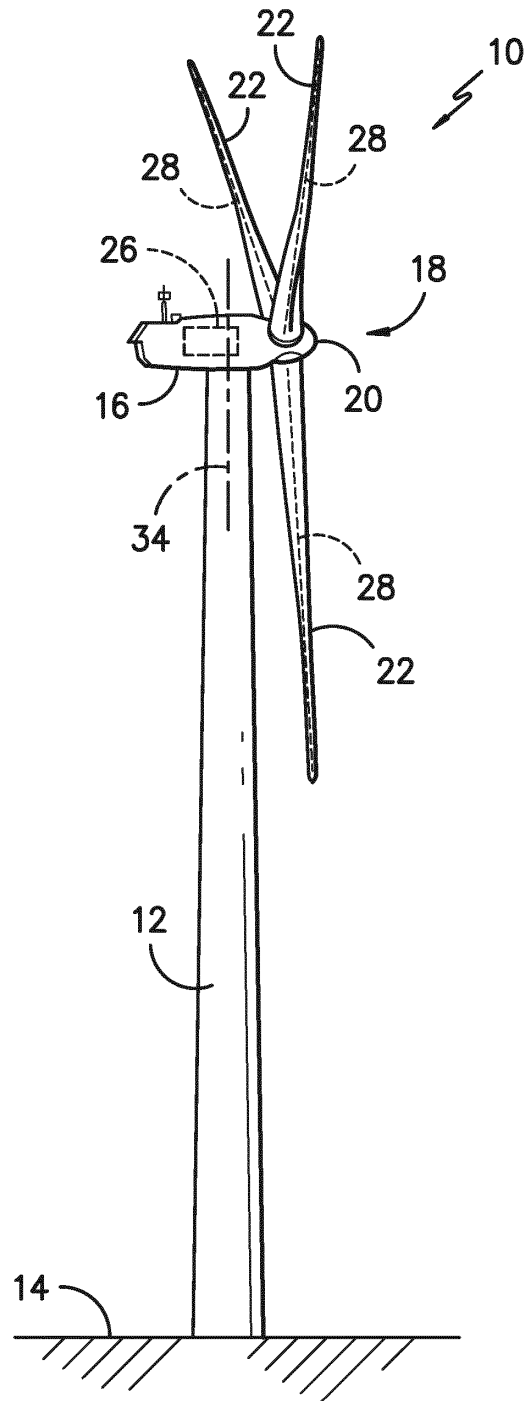
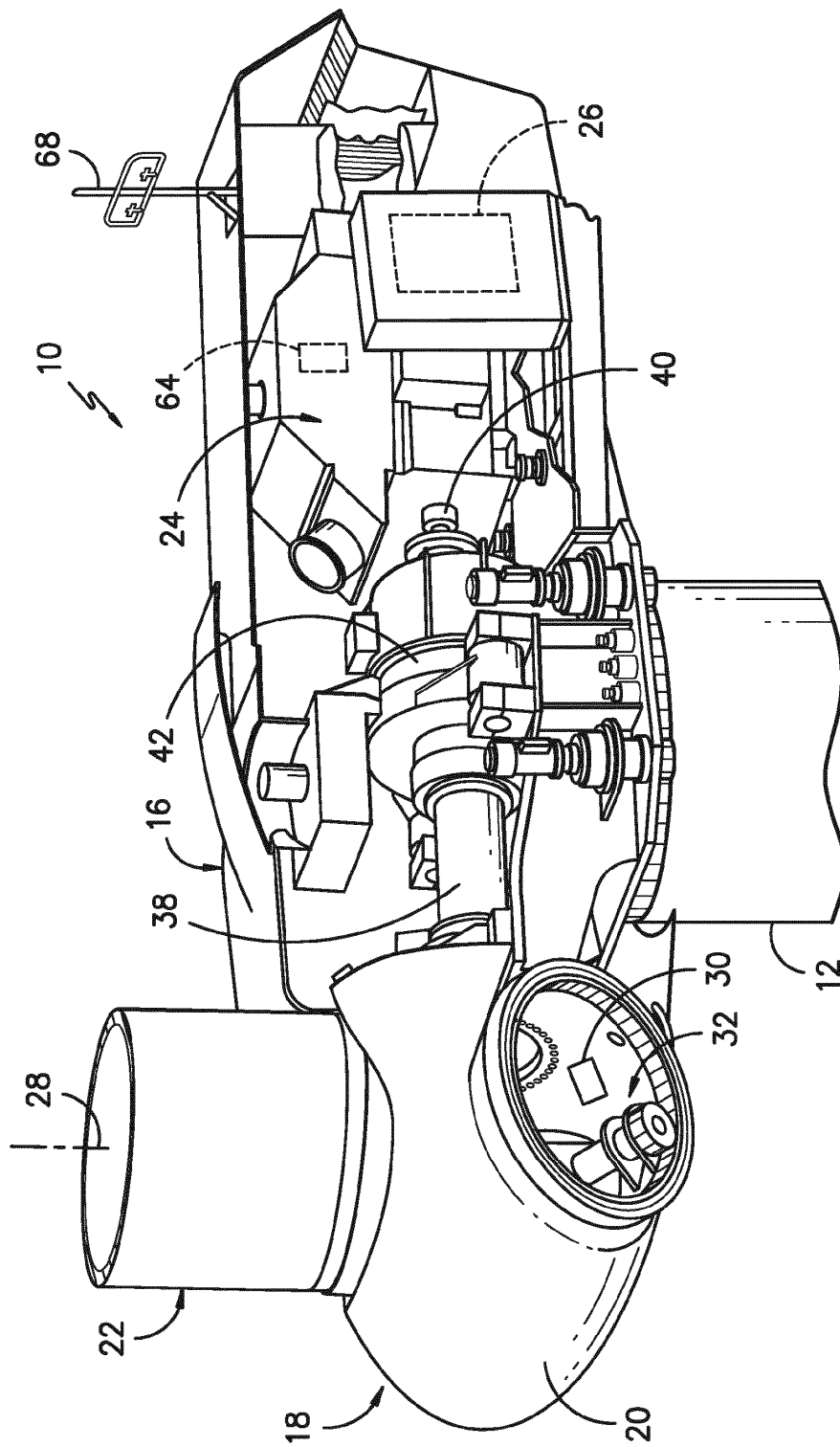


FIG. -1-



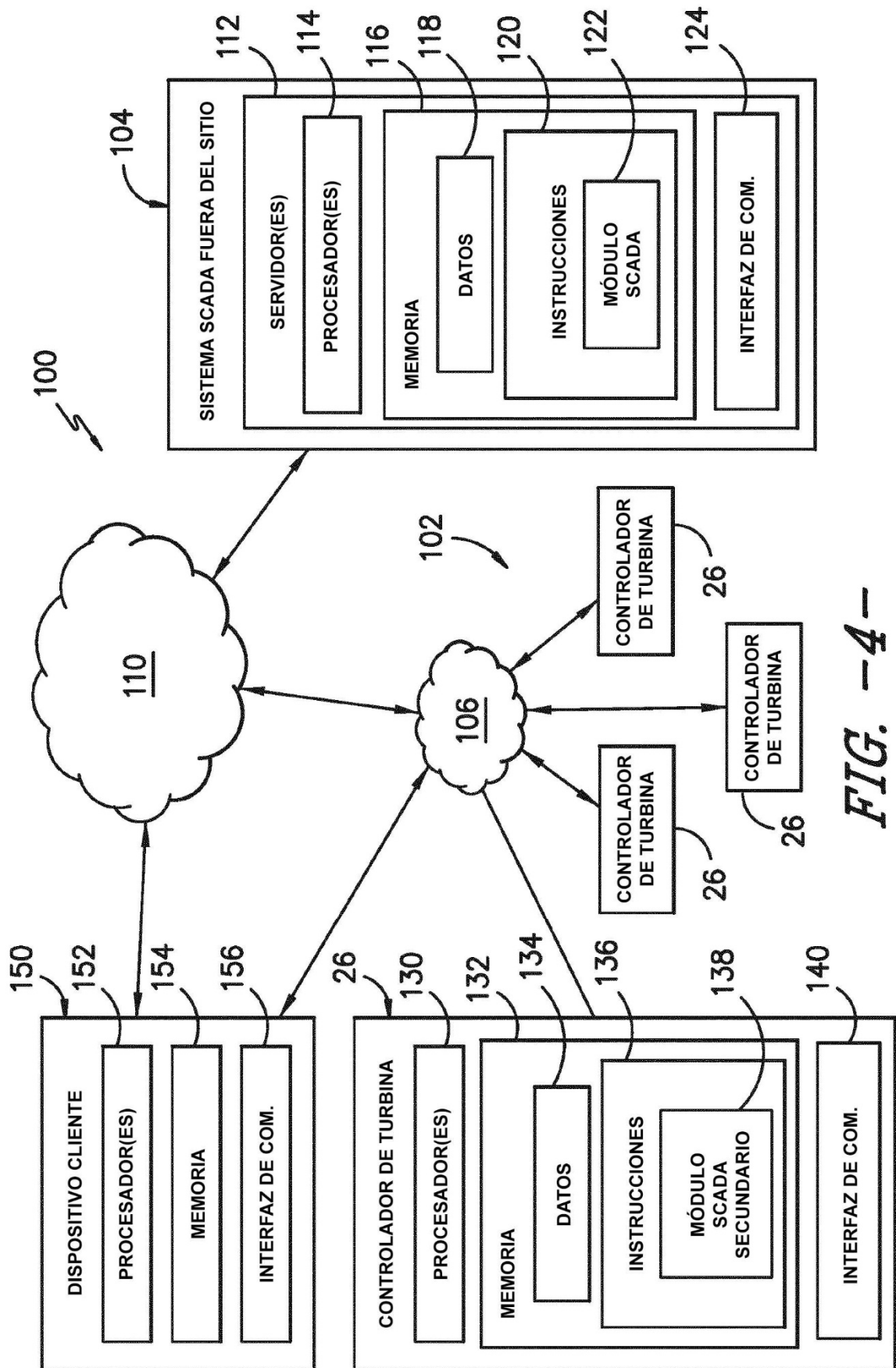


FIG. -4-

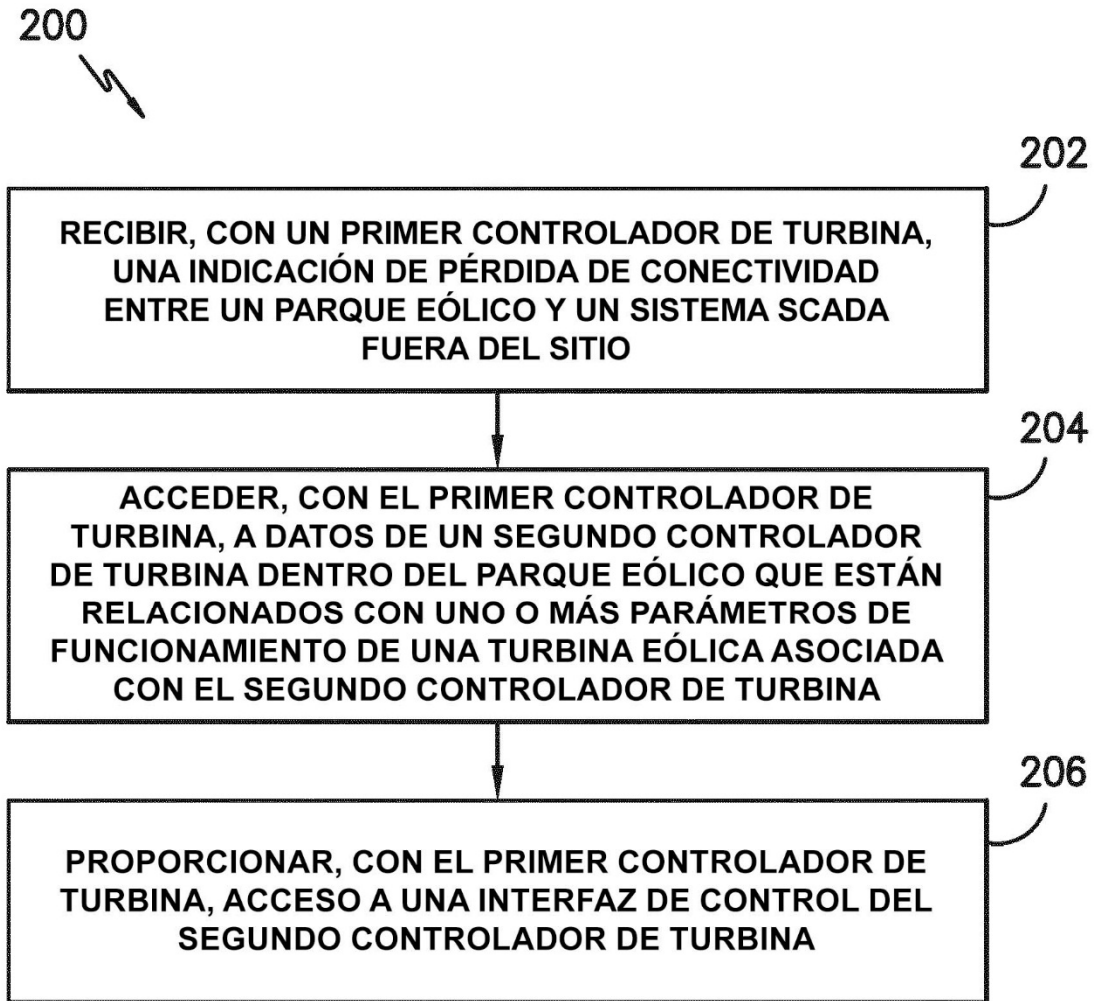


FIG. -5-