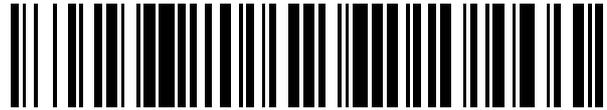


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 589**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2004 E 04795549 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015 EP 1678421**

54 Título: **Control de sistema de turbina eólica**

30 Prioridad:

22.10.2003 US 691680

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

20.08.2015

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)

1 River Road

Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

MOORE, GARY y

CARDINAL, MARK EDWARD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 543 589 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

Control de sistema de turbina eólica

5 **Campo técnico**

La invención se refiere al control de múltiples generadores de turbinas eólicas. Más en particular, la invención se refiere al control y la adquisición de datos en una granja eólica que tiene múltiples generadores de turbinas eólicas.

10 **Antecedentes**

15 Históricamente, las turbinas eólicas han contribuido muy poco a la generación general de energía para suministrar a las redes eléctricas. La baja potencia de las unidades (<100 kW) y la disponibilidad incierta de las fuentes eólicas han provocado que los generadores de turbinas eólicas se vean apenas afectados cuando los operadores de redes eléctricas consideraban la seguridad de la red. No obstante, ahora están disponibles generadores de turbinas eólicas con potencias de 1,5 MW o más. Además, muchos desarrolladores de generación de energía están instalando granjas eólicas que tienen cien o más generadores de turbinas eólicas. El "bloqueo" de energía disponible de las granjas eólicas con generadores de turbinas eólicas de 1,5 MW es comparable a un generador de turbina de gas moderno. Por consiguiente, los generadores de turbinas eólicas son fuentes de energía cada vez más viables para la red eléctrica.

20 El documento US 2002/0029097 desvela un sistema de supervisión, control y adquisición de datos de gestión de las turbinas eólicas para la generación de energía eléctrica. Una unidad de procesamiento vectorial recoge datos de todos los componentes de la red a intervalos regulares. Esta recoge datos de un controlador de la turbina eólica cada segundo, de todas las torres cada 30 segundos y de una unidad de procesamiento de la subestación cada segundo.

25 Un requisito para la producción eficiente de energía en una granja eólica es la recogida de datos. Los sistemas de recogida de datos actuales generalmente son en base a una arquitectura central única de recogida de datos en continuo funcionamiento con una capacidad limitada para el procesamiento y almacenamiento inteligente de datos en cada turbina eólica, mástil meteorológico o en la subestación. Este tipo de arquitectura es susceptible al fallo del sistema central de recogida de datos al almacenar y archivar los datos producidos por los dispositivos en la granja eólica si ocurren fallos en la infraestructura de la red de la granja eólica. Por ejemplo, la pérdida de la conectividad entre el dispositivo maestro de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA, por sus siglas en inglés) y las turbinas eólicas podría dar como resultado la pérdida de datos operativos y registros fallidos de las turbinas eólicas.

30 **Sumario**

35 Se describe un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) de gestión de una granja eólica de acuerdo con las características de la reivindicación 1. El sistema SCADA incluye una pluralidad de servidores de comunicación de turbinas (TCS, por sus siglas en inglés) dentro de las turbinas eólicas de la granja eólica. Los TCS recogen datos de las turbinas, almacenan localmente un primer subconjunto de datos y transmiten el primer subconjunto de datos de acuerdo con intervalos de tiempo no real. Los TCS también transmiten un segundo subconjunto de datos por una red de la granja eólica para proporcionar datos aproximadamente en tiempo real y almacenar el segundo subconjunto de datos hasta que se transfieran correctamente. El sistema SCADA incluye además un servidor acoplado para comunicarse con la pluralidad de TCS para proporcionar señales para controlar las turbinas eólicas, sirviendo el servidor también para almacenar datos recibidos de la pluralidad de TCS y para llevar a cabo la gestión de la base de datos sobre los datos recibidos.

40 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se ilustra a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos en las que los números de referencia semejantes hacen referencia a elementos similares.

55 La Figura 1 es un diagrama de bloque de una realización de un sistema eléctrico de un generador de turbina eólica. La Figura 2 es un diagrama de bloque de una realización de una granja eólica. La Figura 3 es un diagrama de flujo de una realización de adquisición y procesamiento de datos de una turbina eólica en una granja eólica. La Figura 4 es un diagrama de flujo de una realización de adquisición y procesamiento de datos de un servidor acoplado a múltiples turbinas eólicas, subestaciones y/o instalaciones meteorológicas en una granja eólica.

60 **Descripción detallada**

Las técnicas descritas en el presente documento permiten que los sistemas de ventilador eólico de un generador de turbina eólica recojan datos para su uso, por ejemplo, en el control del generador. En una realización, una combinación de arquitectura maestro-esclavo de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) junto con

bases de datos distribuidas locales con respecto al dispositivo productor de datos dentro de una granja eólica proporciona funcionalidad para la monitorización y el control en tiempo real, así como visualización para el usuario, archivo y reporte de datos históricos, gestión de configuración, procesamiento secundario de datos, registro fallido, alarmas y/o acceso remoto de usuarios. En una realización, la arquitectura proporciona monitorización y control aproximadamente en tiempo real de dispositivos de granjas eólicas tanto de forma local como remota, a la vez que facilita también el archivo de datos operativos de turbinas eólicas individuales así como datos totales de la granja eólica.

En una realización, la arquitectura utiliza un dispositivo cliente dentro de las turbinas eólicas, los mástiles meteorológicos de la granja eólica y/o subestaciones de la granja eólica para proporcionar una interfaz de comunicaciones (a tiempo real y de transferencia de archivos) entre los dispositivos y la red de área local (LAN, por sus siglas en inglés) de la granja eólica o alojamiento remoto. La arquitectura proporciona además registro y procesamiento de datos en tiempo real, historiales de datos, acceso a datos a través de servidores y funcionalidad de almacenamiento y gestión de bases de datos. El sistema puede utilizar, por ejemplo, un sistema de gestión de bases de datos basada en casos en cada dispositivo inteligente y una estación de alojamiento maestra.

El diseño del sistema también es compatible con la integración y una interfaz de configuración de usuario único para aplicaciones adicionales de granjas eólicas tal como la reducción, aplicaciones energéticas tal como el control del factor de energía, sistemas de monitorización de condiciones y sistemas de predicción operativa. En una realización, hay una puerta de enlace de abastecimiento eléctrico integrada en el sistema que proporciona opciones de conectividad para estaciones SCADA maestras de abastecimiento eléctrico que utilizan protocolos nativos. Esta puerta de enlace también puede incluir una base de datos que permita la división de la base de datos y múltiples capacidades de estación maestra independientes. La arquitectura maestro-esclavo también puede permitir un punto central único de configuración para la gestión compleja de datos y la gestión de un sistema de comunicaciones.

Las anteriores arquitecturas de control de granjas eólicas son en base a una arquitectura central única de recogida de datos en continuo funcionamiento con capacidad limitada para el procesamiento y almacenamiento inteligente de datos en cada turbina eólica, mástil meteorológico y/o en la subestación. Este tipo de arquitectura era susceptible al fallo del sistema central de recogida de datos al almacenar y archivar los datos producidos por los dispositivos en la granja eólica si ocurren fallos en la infraestructura de la red de la granja eólica. Por ejemplo, las arquitecturas maestro-esclavo normales utilizadas en una granja eólica y sin una base de datos SQL distribuida dentro de cada turbina eólica, la pérdida de conectividad entre el SCADA maestro y las turbinas eólicas, la LAN (Red de Área Local) de la granja eólica podría dar como resultado la pérdida de datos operativos y registros fallidos de la turbina eólica.

Al estar basados en una arquitectura central única de monitorización, control y recogida central de datos (es decir, SCADA maestro único), los sistemas anteriores no eran compatibles con SCADA maestros independientes adicionales (es decir, dispositivos SCADA dentro de los diversos componentes de una granja eólica, por ejemplo, turbinas eólicas, subestaciones y/o instalaciones meteorológicas) y bases de datos secundarias dentro de la granja eólica, y estas arquitecturas tampoco eran compatibles con la monitorización remota, el control y la recogida de datos independientes del SCADA maestro.

La Figura 1 es un diagrama de bloque de una realización de un sistema eléctrico de un generador de turbina eólica. El ejemplo de la Figura 1 proporciona tensiones específicas que son típicas de los generadores de turbinas eólicas de clase 1,5 MW para su uso en Estados Unidos. Pueden utilizarse otras tensiones similares para generadores de turbinas eólicas de 50 Hz. En general, las tensiones más altas se utilizan para las potencias nominales mayores y las tensiones más bajas se utilizan para las potencias nominales menores. No obstante, la arquitectura general se puede aplicar a turbinas eólicas de muchos tipos y tamaños diferentes con tensiones iguales y/o diferentes.

El generador 110 proporciona energía con CA a la red eléctrica así como a otros componentes del sistema eléctrico de la turbina 100 eólica. En una realización, el generador 110 proporciona 575 V (que es la tensión máxima del generador); no obstante, puede proporcionarse cualquier tensión. La energía generada por el generador 110 se proporciona a una subestación de granja eólica u otra instalación para recoger energía generada por múltiples generadores de turbinas eólicas. El generador 110 también proporciona energía al convertidor 115 de energía, que opera como se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 2, y a un panel 120 de distribución de baja tensión (LVDP, por sus siglas en inglés).

En una realización, el LVDP 120 incluye un transformador para transformar la energía de 575 V recibida del generador 110 a energía de 120 V, 230 V y 400 V para su uso en la turbina eólica (sistemas 150 de 120 V, sistemas 160 de 230 V y sistemas 170 de 400 V, respectivamente). Pueden proporcionarse otros niveles de suministro de energía diferentes y/o adicionales según se desee. Los sistemas de generador de turbina eólica conectados al LVDP 120 incluyen, por ejemplo, los controles y motores del sistema de paso, los controles y motores del sistema de guiñada, varios sistemas de lubricación y refrigeración, receptáculos y luces eléctricas, calefactores y equipos varios.

En una realización, el LVDP 120 proporciona energía al controlador de la turbina 140 a través de un suministro 130 de energía ininterrumpible (UPS, por sus siglas en inglés). El UPS 130 proporciona energía al controlador de la turbina 140 en caso de que el LVDP 120 no pueda proporcionar energía necesaria al controlador de la turbina 140.

El UPS 130 puede ser cualquier tipo de suministro de energía ininterrumpible, por ejemplo un sistema de batería, un sistema fotovoltaico o cualquier otro sistema de almacenamiento de energía conocido en la técnica. En una realización, el UPS 130 no tiene capacidad suficiente para alimentar todas las cargas eléctricas proporcionadas por el LVDP 120.

5 El servidor 180 de comunicaciones de la turbina (TCS) está acoplado para recibir energía del UPS 130. El TCS 180 también está acoplado a la red de la granja 190 eólica para proporcionar datos a un dispositivo remoto, por ejemplo un dispositivo de servidor que interactúe con múltiples TCS en una granja eólica. El TCS 180 está acoplado al controlador de la turbina 140 así como a otros componentes (acoplamiento no ilustrado en la Figura 1 para mayor simplicidad) para proporcionar las operaciones de control y adquisición de datos.

10 El TCS 180 está acoplado además a la base 185 de datos, que almacenó datos adquiridos de los componentes de la turbina 100 eólica. En una realización, el TCS 180 adquiere datos en tiempo real e históricos de los controladores de la turbina eólica y otros dispositivos dentro de la turbina 100 eólica mediante un gestor de base de datos controlado por interrupción en tiempo real. El TCS 180 también lleva a cabo procesamiento secundario de datos, alarmas, gestión de la configuración y compresión de datos, almacena o archiva datos en una base de datos en tiempo real e histórico en la base 185 de datos.

15 El TCS 180 también sirve datos en tiempo real a un SCADA maestro único o múltiple mediante un protocolo SCADA en tiempo real por la red de la granja 190 eólica. El TCS 180 sirve además datos históricos a una base de datos central mediante un protocolo ODBC y proporciona una interfaz de usuario y configuración a través de un navegador incrustado. El TCS 180 puede ser un dispositivo de un equipo independiente (por ejemplo un sistema informático u otro dispositivo electrónico) que se conecte y comunique con el controlador de la turbina 140 o la funcionalidad del TCS 180 puede implementarse en el controlador de la turbina 140.

20 La Figura 2 es un diagrama de bloque de una realización de una granja eólica. La granja eólica puede incluir cualquier número de turbinas eólicas, instalaciones meteorológicas, etc. Los componentes de la granja eólica están interconectados por una red 200 de la granja eólica, que puede ser cualquier tipo de red (por ejemplo una red de área local, red de área amplia, conexiones alámbricas y/o conexiones inalámbricas) conocidas en la técnica mediante cualquier protocolo de red (por ejemplo, conocido en la técnica).

25 La instalación 210 meteorológica generalmente incluye uno o más sensores 212, una unidad de mando y adquisición 214 meteorológica (MCAU, por sus siglas en inglés) y una base 216 de datos. En una realización, la instalación 210 meteorológica incluye una torre con múltiples sensores 212 para recopilar datos meteorológicos para usarlos en el control de los generadores de turbinas eólicas de la granja eólica. En una realización la torre incluye sensores para monitorizar la velocidad y dirección del viento horizontal desde al menos cuatro niveles por encima del suelo, la velocidad, temperatura y presión atmosférica del viento vertical. En realizaciones alternativas pueden utilizarse otros sensores y/o configuraciones de torre.

30 En una realización, la MCAU 214 está acoplada a sensores 212 y la base 216 de datos opera como un dispositivo SCADA esclavo. Tal y como se describirá en mayor detalle a continuación, el MCAU 214 se comunica con un dispositivo SCADA maestro para proporcionar un sistema de control y adquisición de datos para la granja eólica. En una realización, el MCAU 214 opera como un dispositivo de registro y procesamiento de datos basado en casos en tiempo real que hace que los datos adquiridos se almacenen en la base 216 de datos. Los datos almacenados en la base 216 de datos pueden mantenerse durante un periodo de tiempo ampliado para el archivo y reporte de datos históricos y/u otros fines.

35 En una realización, el MCAU 214 incluye un gestor de base de datos que lleva a cabo un procesamiento secundario de datos además de un registro de datos basado en casos en tiempo real. El procesamiento secundario puede incluir, por ejemplo, generación de alarmas, gestión de la configuración y/o compresión de datos. En una realización, la base 216 de datos es una base de datos de Lenguaje de Consultas Estructuradas (SQL, por sus siglas en inglés); no obstante, puede utilizarse cualquier lenguaje de y/o protocolo de base de datos. El uso de bases de datos SQL es conocido en la técnica.

40 Los datos almacenados en la base 216 de datos se transmiten periódicamente a un servidor con una base de datos asociada por la red 200 de la granja eólica. En una realización, las diversas bases de datos interactúan con la interfaz del programa de aplicación (API, por sus siglas en inglés) ODBC; no obstante, también podrían utilizarse otras interfaces. Hay disponibles varias versiones del Gestor ODBC de Microsoft Corporation de Redmond, Washington.

45 La instalación 220 de la subestación generalmente incluye medidores y relés 222, una unidad 226 de mando y adquisición (SCAU, por sus siglas en inglés) de la subestación, una base 228 de datos y una puerta 224 de enlace de abastecimiento. La puerta 224 de enlace de abastecimiento proporciona una interfaz a una red externa (red 280 de abastecimiento) que puede utilizarse, por ejemplo, por una empresa de abastecimiento u otra entidad que controle una red de abastecimiento para comunicarse con componentes de la granja eólica. Como alternativa, la puerta 224 de enlace de abastecimiento puede ubicarse en una instalación diferente a la instalación 220 de la

subestación .

Los medidores y relés 222 pueden ser cualquier combinación de medidores y relés conocidos en la técnica para su uso en una subestación. Los medidores y relés 222 proporcionan una interfaz entre los generadores de la granja eólica y la red 280 de abastecimiento así como una funcionalidad de monitorización relacionada con la entrega de energía.

En una realización, el SCAU 226 incluye un gestor de la base de datos que lleva a cabo alarmas de registro de datos basado en casos en tiempo real, gestión de la configuración, compresión de datos y/u otras funciones de gestión de datos. En una realización, la base 228 de datos es una base de datos SQL; no obstante, puede utilizarse cualquier lenguaje y/o protocolo de base de datos. Los datos almacenados en la base 228 de datos se transmiten periódicamente a un servidor con una base de datos asociada por la red 200 de la granja eólica. En una realización, las diversas bases de datos interactúan a través de la API ODBC; no obstante, también podrían utilizarse otras interfaces.

La granja eólica de la Figura 2 se ilustra con dos turbinas (230, 240) eólicas por motivos de simplicidad de la explicación. Las granjas eólicas pueden incluir cualquier número de turbinas eólicas que pueda tener un diseño y/o entrega de energía similar o diferente.

Las turbinas 230 y 240 eólicas generalmente incluyen unidades 234 y 244 de mando y adquisición de la turbina (TCS), bases 236 y 246 de datos, generadores 232 y 242 y controladores 238 y 248 de la turbina. Los generadores 232 y 242 están conectados a un eje de la turbina 230 y 240 eólica, respectivamente, y se impulsan por medio de fuerzas eólicas. Puede utilizarse cualquier generador conocido en la técnica adecuado para la turbina eólica. Los controladores de la turbina 238 y 248 están acoplados a los generadores 232 y 242, respectivamente, y controlan los generadores mediante cualquier técnica de control conocida en la técnica.

En una realización, los TCS 234 y 244 incluyen aplicaciones de gestión de la base de datos que llevan a cabo alarmas de registro de datos basado en casos en tiempo real, gestión de la configuración, compresión de datos y/u otras funciones de gestión de datos. En una realización, las bases 236 y 246 de datos son bases de datos SQL; no obstante, puede utilizarse cualquier lenguaje y/o protocolo de base de datos. Los datos almacenados en las bases 236 y 246 de datos se transmiten periódicamente a un servidor con una base de datos asociada por la red 200 de la granja eólica. En una realización, las diversas bases de datos interactúan a través de la API ODBC; no obstante, también podrían utilizarse otras interfaces.

La instalación 250 del servidor incluye un dispositivo 252 SCADA maestro que está acoplado a la red 200 de la granja eólica. El dispositivo 252 SCADA maestro adquiere datos en tiempo real del MCAU 214, SCAU 226, TCS 234 y TCS 244 mediante un motor de adquisición en tiempo real y proporciona interfaces para el operario, alarmas, interfaces de control, etc. El dispositivo 252 SCADA maestro también adquiere datos históricos del MCAU 214, SCAU 226, TCS 234 y TCS 244 (tal y como se almacenan en las bases 216, 228, 236 y 246 de datos, respectivamente) mediante, por ejemplo, protocolos ODBC.

El dispositivo 252 SCADA maestro también está acoplado a una base 256 de datos de la red que proporciona el almacenamiento de los datos adquiridos por el dispositivo 252 SCADA maestro. La interfaz 254 de la red está acoplada al dispositivo 252 SCADA maestro para proporcionar una interfaz para la red 260 externa. La red 260 externa puede ser cualquier red externa a la granja eólica, por ejemplo, Internet, o una intranet corporativa. El dispositivo 270 remoto está acoplado a la red 260 externa y está configurado para comunicarse con el dispositivo 252 SCADA maestro.

En una realización, el uso de sistemas de gestión de bases de datos basados en casos en tiempo real y bases de datos SQL dentro de cada turbina eólica, mástil meteorológico y/o subestación facilita que no haya ninguna pérdida de datos que se estén adquiriendo desde los controladores, relés, medidores y otros dispositivos electrónicos inteligentes que se estén utilizando dentro de la granja eólica. En una realización, el uso de una base de datos distribuida junto con funciones de procesamiento secundario de datos proporciona capacidad para la compresión de datos y las técnicas de gestión de bases de datos dentro de cada turbina eólica, mástil meteorológico y/o subestación de granja eólica.

En una realización, el uso de un protocolo de comunicación en tiempo real junto con un protocolo LAN en tiempo no real entre el SCADA maestro y las turbinas eólicas ayuda a la hora de proporcionar una monitorización en tiempo real y los datos de control se adquieren independientemente de datos los históricos de las turbinas eólicas, proporcionando al operario del sistema la capacidad de ver el estado de la turbina eólica casi en tiempo real en una consola del operario y recibir un aviso de confirmación de las acciones de control de la turbina eólica que se inician desde el SCADA maestro. En una realización, la arquitectura también facilita múltiples estaciones maestras independientes ya sea dentro de la granja eólica y/o externas a la granja eólica.

Aunque no se ilustra en la Figura 2, una granja eólica puede dividirse de forma lógica o física en múltiples "parques" que incluyen una o más turbinas eólicas. Los datos que se recopilan pueden procesarse y/o presentarse en términos

de parques así como de la granja eólica en su totalidad o de turbinas eólicas individuales.

La Figura 3 es un diagrama de flujo de una realización de adquisición y procesamiento de datos de una turbina eólica en una granja eólica. Los datos se recopilan de un sensor y/o componentes de un dispositivo 310 de la granja eólica. El dispositivo de la granja eólica puede ser, por ejemplo, una turbina eólica que tenga un generador, una subestación o una instalación meteorológica que tenga un mástil con varios sensores.

Los datos específicos recopilados por el SCADA maestro varían dependiendo del dispositivo en el que estén incluidos. Por ejemplo, en una turbina eólica, pueden recopilarse los siguientes datos: estado del controlador de la turbina eólica, velocidad del viento, niveles de energía y/o alarmas, etc. En otro ejemplo, en una instalación meteorológica pueden recopilarse los siguientes datos: velocidad y/o dirección del viento horizontal y múltiples elevaciones, velocidad del viento vertical, temperatura y/o presión atmosférica, etc.

Un primer subconjunto 320 de los datos se transmite en tiempo real. Los datos se transmiten a un servidor u otro dispositivo de recogida de datos mediante una red de la granja eólica u otro medio de comunicación. En una realización, los datos en tiempo real se transmiten mediante un protocolo SCADA, conocido en la técnica; no obstante, puede utilizarse cualquier protocolo que permita una transmisión de datos en tiempo real. Los datos se mantienen en la base de datos hasta que se transmitan correctamente al servidor.

Un segundo subconjunto 330 de los datos se almacena en una base de datos local. En una realización, la base de datos local es una base de datos de SQL histórica; no obstante, puede almacenarse cualquier protocolo de base de datos así como cualquier tipo de información en la base de datos local. En una realización, el dispositivo que recopila datos en el dispositivo de ventilador eólico (por ejemplo, una turbina eólica, instalación meteorológica o subestación) opera como un dispositivo SCADA maestro con respecto al dispositivo de la granja eólica. El dispositivo SCADA maestro local opera como un dispositivo esclavo con respecto a un dispositivo SCADA maestro de la granja eólica, que puede ubicarse, por ejemplo, en una ubicación de control de la granja eólica.

En una realización, las bases de datos tienen cada una capacidad para almacenar datos localmente durante un tiempo suficiente para cubrir la no disponibilidad anticipada de un servidor al que se transmitirán los datos. Por ejemplo, los datos recogidos de un dispositivo de granja eólica pueden almacenarse durante 48 horas mientras que un servidor puede almacenar datos en una base de datos durante dos meses. Pueden utilizarse otros periodos de tiempo basándose en, por ejemplo, las condiciones operativas, etc.

El SCADA maestro local puede llevar a cabo el procesamiento de datos en los datos almacenados en la base 340 de datos local. Los datos de la base de datos local se transmiten por la red 350 del ventilador eólico. Los datos se almacenan en la base de datos local hasta que se transmiten al servidor. Los datos pueden transmitirse al final de periodos de tiempo predeterminados, en respuesta a solicitudes del servidor o en respuesta a condiciones predeterminadas.

En una realización, los datos se transmiten de los SCADA maestros locales a un grado relativamente alto de resolución temporal (por ejemplo, aproximadamente en tiempo real, cada segundo, cada dos segundos, o a una resolución de subsegundos) y a un grado relativamente bajo de resolución temporal (por ejemplo, varios segundos, minutos). Para una turbina eólica, los datos recopilados al nivel relativamente alto de resolución temporal puede incluir, por ejemplo, producción de energía real, producción de energía reactiva, velocidad del viento, subtotal de energía, total de energía recogida, etc. Los datos de la turbina eólica pueden incluir además la velocidad de rotación del generador, temperatura del generador, temperatura de la caja de cambios, temperatura ambiental, dirección del viento, factor de energía, tensión de fase y corriente de fase para cada fase, tiempo de producción, etc.

Para una instalación meteorológica, los datos recopilados a un grado relativamente alto de resolución temporal pueden ser velocidades de viento vertical y horizontal, dirección del viento, temperatura y presión del aire. Para una subestación, los datos recopilados pueden incluir la energía activa total que sale de la subestación, la energía reactiva total que sale de la subestación, la energía activa total que entra en la subestación, la energía reactiva total que entra en la subestación, etc. También pueden recopilarse datos adicionales y/o diferentes.

La Figura 4 es un diagrama de flujo de una realización de adquisición y procesamiento de datos de un servidor acoplado a múltiples turbinas eólicas, subestaciones y/o instalaciones meteorológicas en una granja eólica. Los datos se reciben de los dispositivos 410 de la granja eólica. Los datos en tiempo real se reciben de continuo ya que los datos son proporcionados por las turbinas eólicas, las subestaciones, las instalaciones meteorológicas, etc. Tal y como se ha mencionado anteriormente, los datos en tiempo real pueden recibirse utilizando un protocolo SCADA, o cualquier otro protocolo apropiado. Los datos también se reúnen periódicamente tal y como se ha descrito anteriormente.

Los datos recibidos por el servidor se procesan y se pueden emitir operaciones 420 de mando. El procesamiento de los datos puede llevarse a cabo de cualquier manera conocida en la técnica. Los mandos emitidos por el servidor, u otro dispositivo acoplado al servidor, pueden utilizarse para controlar las turbinas eólicas individuales, los grupos de turbinas eólicas, así como otros dispositivos acoplados a la red de la granja eólica.

5 El servidor, o una estación de trabajo acoplada al servidor, proporciona los datos recibidos a través de una interfaz 430 de mando y control. En una realización, la interfaz es una interfaz gráfica de usuario (GUI, por sus siglas en inglés); no obstante puede proporcionarse cualquier tipo de interfaz de usuario. La interfaz puede utilizarse para recibir entradas 440 del usuario, así como para proporcionar datos a un usuario. Las órdenes a uno o más componentes de la granja eólica pueden generarse basándose en la entrada del usuario. Los mandos se transmiten a uno o más dispositivos 450 objetivo, por la red de la granja eólica.

10 El servidor, o una estación de trabajo u otro dispositivo acoplado al servidor, puede proporcionar procesamiento de datos incluyendo generar alarmas basándose en los datos recibidos. Las indicaciones de la alarma, si se genera, pueden transmitirse a dispositivos remotos y/o mostrarse a través de la interfaz 460 de usuario. El dispositivo o dispositivos a los que se transmiten las alarmas pueden comunicarse a través de la red de la granja eólica o a través de una red externa a la red de la granja eólica.

15 Las referencias en la memoria descriptiva a "una realización" o "realización" significan que una función, estructura o característica en particular descrita en relación con la realización se incluye en al menos una realización de la invención. Cuando aparece la frase "en una realización" en varios lugares de la memoria descriptiva no todas se refieren necesariamente a la misma realización.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de gestión de una granja eólica que tiene una pluralidad de turbinas eólicas que comprende:

- 5 un elemento (234, 244) de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) en cada turbina eólica para recoger datos de la turbina (230, 240) eólica respectiva, estando configurado dicho elemento SCADA de la turbina eólica para almacenar un primer subconjunto de los datos localmente y transmitir el primer subconjunto de datos de acuerdo con intervalos de tiempo no reales y para transmitir un segundo subconjunto de datos por una red de una granja eólica para proporcionar datos aproximadamente en tiempo real, en el que el segundo subconjunto de datos es almacenado hasta que se transfiera correctamente;
- 10 un elemento (214) SCADA en cada una o más instalaciones (210) meteorológicas configurado para recoger datos meteorológicos;
- 15 un elemento (226) SCADA en cada una o más subestaciones (220) conectado eléctricamente con la pluralidad de turbinas (230, 240) eólicas; y
- 20 un servidor (252) acoplado para comunicarse con la turbina eólica y los elementos (226, 234, 244, 214) meteorológicos y SCADA de la subestación a través de la red de la granja eólica, estando configurado dicho servidor para recibir y almacenar datos recibidos de los elementos en intervalos predeterminados y para llevar a cabo la gestión de la base de datos sobre los datos recibidos, estando configurado además el servidor para recopilar y mantener datos actuales e históricos como las entradas, condiciones operativas y rendimientos de la pluralidad de las turbinas eólicas.
- 25 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que los datos recopilados comprenden la velocidad del viento y la producción de energía recopilados de cada turbina eólica de acuerdo con un primer intervalo predeterminado, datos meteorológicos recopilados de cada instalación meteorológica de acuerdo con un segundo intervalo predeterminado y datos de la subestación incluyendo producción de energía de cada subestación.
- 30 3. Es sistema de la reivindicación 1, en el que los datos recopilados comprenden datos de energía, energía reactiva, velocidad del viento, subtotal de energía y energía total recopilados de acuerdo con un primer intervalo de tiempo.
- 35 4. El sistema de la reivindicación 3, en el que los datos recopilados comprenden además la velocidad de rotación del generador, temperatura del generador, temperatura de la caja de engranajes, temperatura ambiente, velocidad del viento, dirección del viento, energía real, energía reactiva, factor de energía, tensión de fase y corriente de fase para cada fase, producción de energía y tiempo de producción.
- 40 5. El sistema de la reivindicación 2, en el que los datos recopilados comprenden el estado del controlador recopilado de cada turbina eólica, velocidades de viento vertical y horizontal, dirección del viento, temperatura y presión del aire, energía activa total que sale de la subestación, energía reactiva total que sale de la subestación, energía activa total que entra en la subestación y energía reactiva total en la subestación.
- 45 6. El sistema de la reivindicación 1, en el que la granja eólica está organizada en parques para fines de reporte y gestión y los datos recopilados comprenden energía producida por cada parque.
- 50 7. El sistema de la reivindicación 6, en el que los datos para cada parque comprenden un estado operativo de una o más turbinas en el parque, energía real total producida en el parque, energía reactiva total producida en el parque, y/o un factor de energía para el parque.
- 55 8. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además una base (256) de datos de configuración para que la granja eólica almacene información que describe una configuración actual de elementos de los sistemas que se van a utilizar durante la inicialización del sistema que comprende información que describe la configuración actual de la granja eólica incluyendo los elementos SCADA de la turbina eólica en la granja eólica.
- 60 9. El sistema de la reivindicación 8, comprendiendo además la información de configuración: información que describe cada turbina eólica de la granja eólica, incluyendo para cada dicha turbina información de la fuente de datos que describe cómo deben correlacionarse los datos de fuente de la turbina a los campos de una base de datos del sistema.
- 65 10. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además una lógica (252) de procesamiento para procesar datos de la turbina eólica para reportar la producción de energía media durante un periodo de tiempo, la producción de energía esperada durante el periodo de tiempo, y/o la eficacia de la producción durante el periodo de tiempo para cada turbina eólica en la granja eólica.

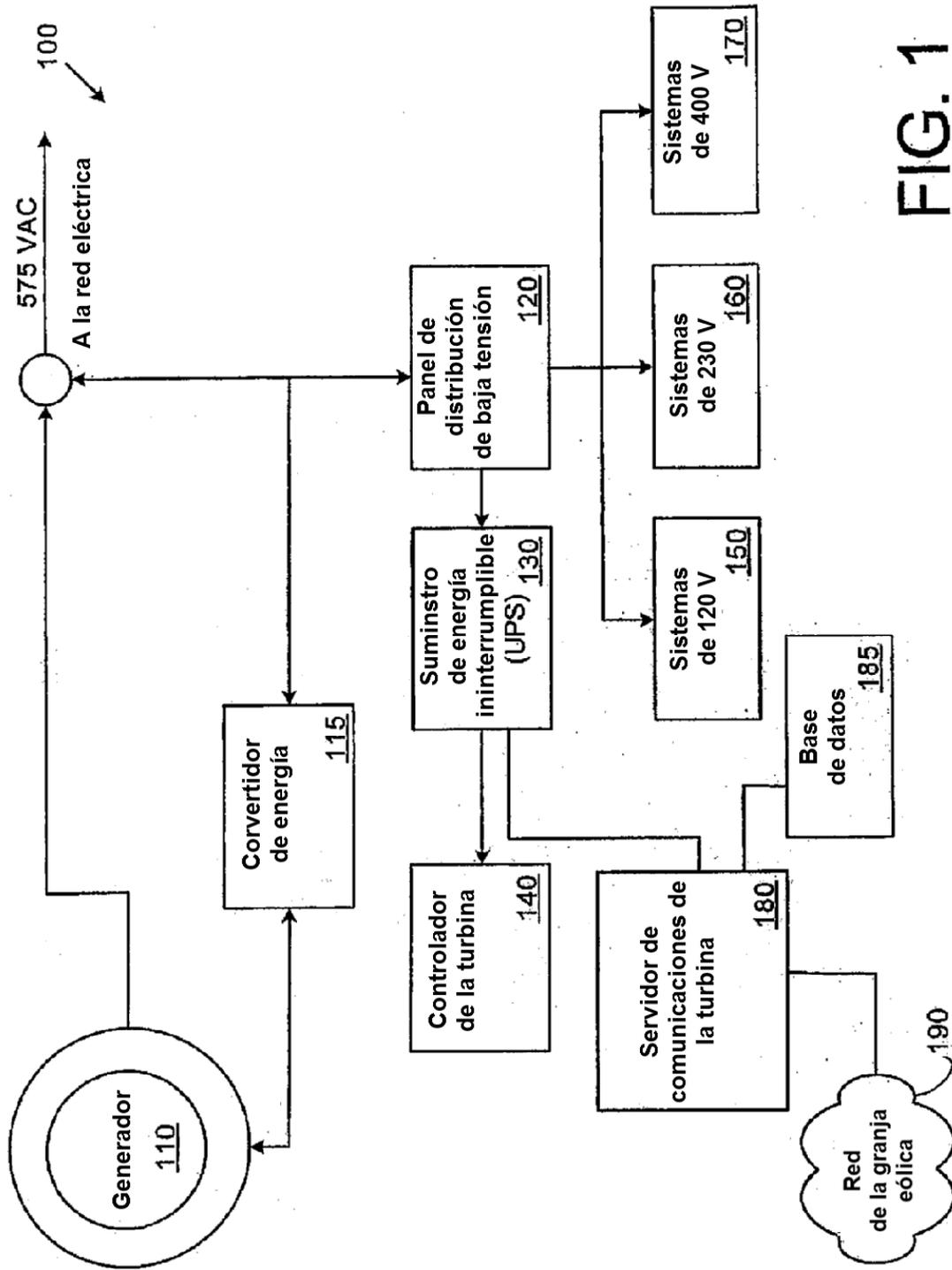


FIG. 1

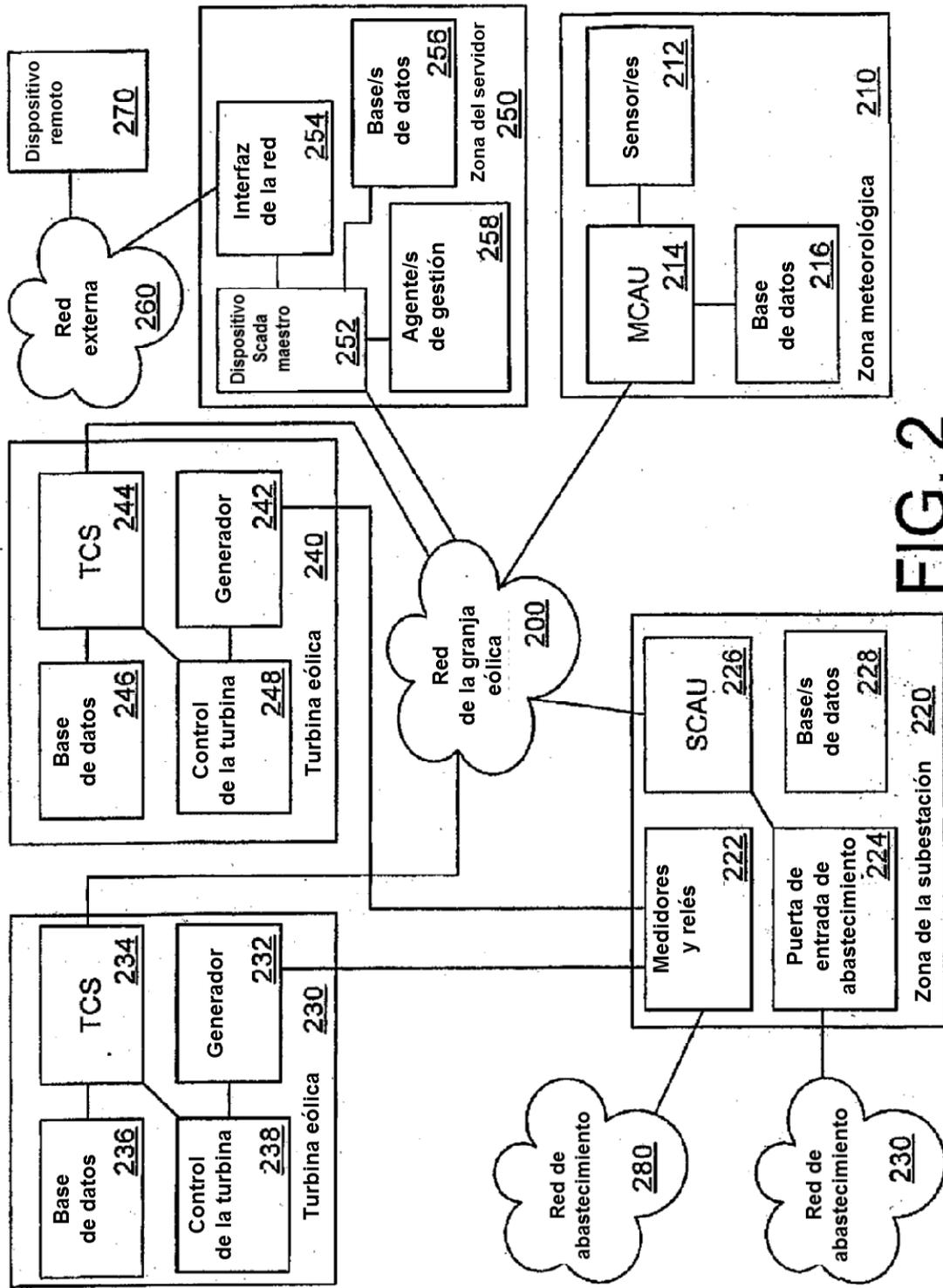


FIG. 2

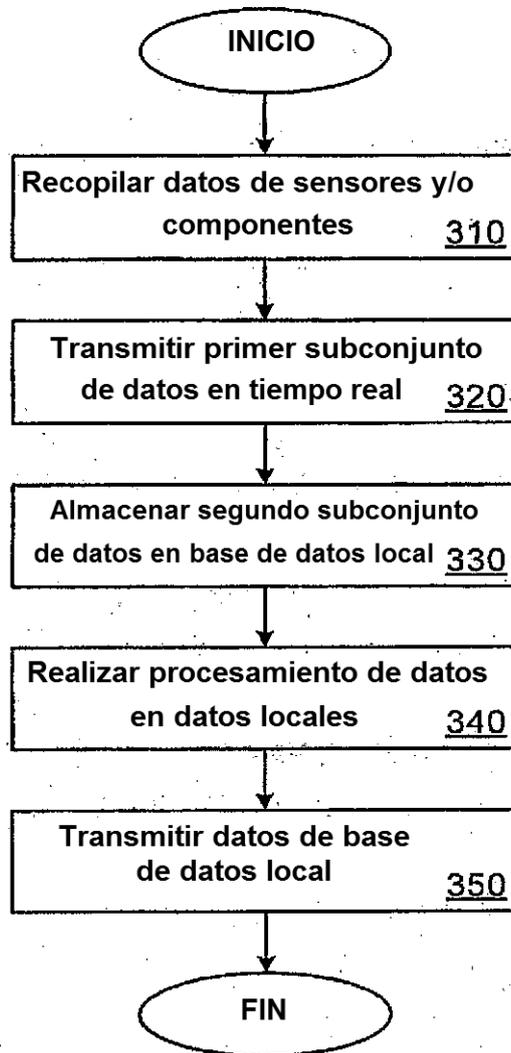


FIG. 3

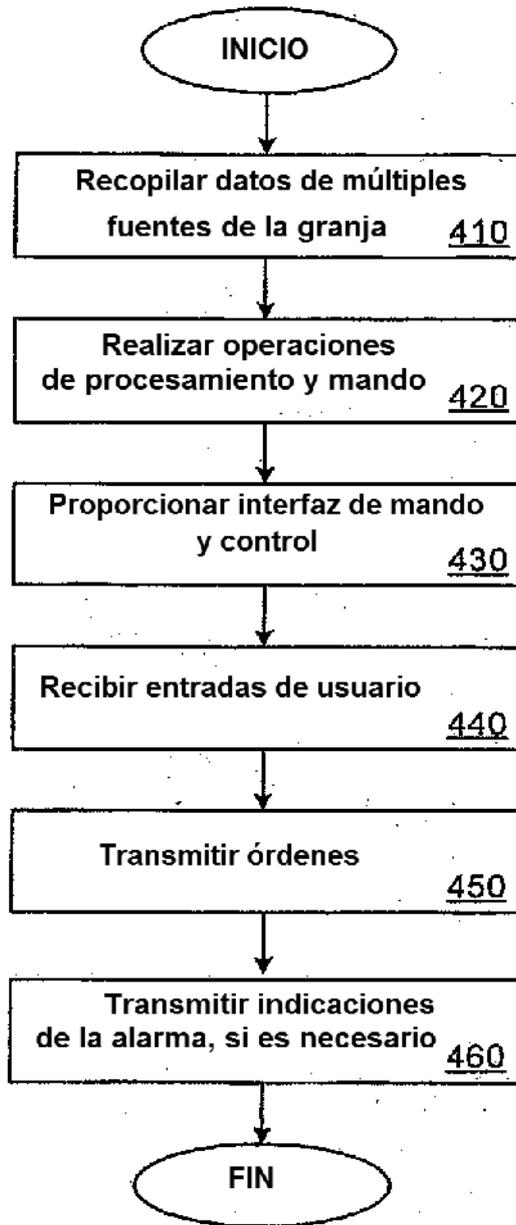


FIG. 4