

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 844 277**

51 Int. Cl.:

G05B 23/02 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2010** **E 10173288 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2020** **EP 2290489**

54 Título: **Sistema y procedimiento para gestionar turbinas eólicas**

30 Prioridad:

28.08.2009 US 549447

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

21.07.2021

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)

**1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**PERLA, RAMESH;
JAMMU, VINAY BHASKAR;
NAITHANI, NIDHI;
HOLTEL, KLAUS y
SILCHER, CARSTEN**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 844 277 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 gestionar turbinas eólicas

5 **[0001]** La invención se refiere, en general, a sistemas de turbinas eólicas y, más en particular, a sistemas y procedimientos para la gestión de turbinas eólicas.

10 **[0002]** Las turbinas eólicas están adquiriendo cada vez más importancia en el área de las fuentes de generación de energía renovables. Una turbina eólica en general incluye un rotor eólico que tiene palas de turbina que transforman la energía eólica en un movimiento de rotación de un eje de transmisión, que a su vez se usa para impulsar un rotor de un generador eléctrico para producir energía eléctrica. En los últimos tiempos, la tecnología de turbinas eólicas se ha aplicado a aplicaciones de generación de energía a gran escala. Los sistemas modernos de generación de energía eólica adoptan típicamente la forma de un parque de turbinas eólicas (o parque eólico) que tiene múltiples turbinas eólicas de este tipo que son operables para suministrar energía a un sistema de transmisión que proporciona energía a un sistema de servicio público.

20 **[0003]** De los muchos desafíos que existen para aprovechar la energía eólica, uno es maximizar el rendimiento de las turbinas eólicas. Uno de los factores que afectan al rendimiento de las turbinas eólicas es el tiempo de inactividad debido a la desconexión de las turbinas eólicas a causa de un fallo, o de unas condiciones de funcionamiento inadecuadas, tales como las condiciones medioambientales entre otras. Al detectar un fallo o condiciones inadecuadas, las turbinas eólicas se desconectan para evitar daños en las turbinas eólicas. Actualmente, se requiere la intervención humana para evaluar las causas de la desconexión de la turbina eólica y, a continuación, reiniciar la turbina eólica para que comience a funcionar de nuevo. En consecuencia, se experimentan tiempos de inactividad prolongados de la turbina eólica para tener personal formado para evaluar, analizar y reiniciar o reiniciar la turbina eólica desconectada.

30 **[0004]** Típicamente, los ingenieros de servicio revisan los registros de fallos de la turbina desde una localización remota y reinician la turbina. En determinados casos, se puede requerir una inspección o revisión física de la turbina eólica para identificar la causa de un fallo, o para reiniciar la turbina eólica, en dichos casos, los ingenieros de servicio de campo diagnostican los fallos, corrigen la causa fundamental del problema y después de esto reinician la turbina. El proceso de revisión y reinicio para cada turbina eólica individual normalmente requiere un tiempo considerable de los ingenieros de servicio. Además, en parques eólicos que tienen cientos o miles de turbinas eólicas, el proceso de revisión y reinicio de cada turbina eólica que se desconecta puede ser un desafío logístico y, en determinados casos, puede requerir un tiempo de obtención sustancial por parte de los ingenieros de servicio, tiempo durante el cual las turbinas eólicas estarán inoperativas. El tiempo inoperativo de las turbinas eólicas se puede traducir en una pérdida significativa de productividad para el parque eólico. Mantener una plantilla de múltiples ingenieros de servicio para manejar una eventualidad de múltiples turbinas eólicas que requieren soporte en los parques eólicos aumenta significativamente los costes de soporte de la plantilla de mantenimiento.

40 **[0005]** Los sistemas mencionados anteriormente requieren que se realice un análisis manual de los datos de la turbina para detectar las causas fundamentales de los fallos en la turbina eólica y que las turbinas eólicas se restablezcan mediante comandos manuales del equipo de servicio, ya sea remotamente o localmente en el sitio. Este proceso conduce a tiempos de inactividad importantes de las turbinas eólicas, provocando pérdidas a causa de una menor productividad. Además, mantener una plantilla de soporte para analizar los registros de fallos y los datos de la turbina; en consecuencia, el servicio de las turbinas eólicas da lugar además a costes de mantenimiento adicionales. Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de gestión de turbinas eólicas mejorado que pueda abordar uno o más de los problemas expuestos anteriormente. El documento WO 01/77525 describe un procedimiento para gestionar una turbina eólica.

50 **[0006]** De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un sistema de gestión de turbinas eólicas de acuerdo con la reivindicación 8 adjunta. El sistema de gestión de turbinas eólicas incluye una turbina eólica operable para generar electricidad usando energía eólica. La turbina eólica comprende características operativas relacionadas con el funcionamiento de la turbina eólica. Un servidor de control comprende un módulo de gestión de turbinas eólicas. El módulo de gestión de turbinas eólicas se configura para implementar las etapas de recibir información operativa sobre las características operativas de la turbina eólica, analizar la información operativa en base a un conjunto de reglas y determinar si se puede reiniciar un fallo de la turbina eólica.

60 **[0007]** De acuerdo con un aspecto, el conjunto de reglas son configurables, y se pueden configurar en base a parámetros o características operativas tales como datos históricos, datos heurísticos, datos de ingeniería para la turbina eólica, factores medioambientales, configuración de la turbina eólica, entre otros. El sistema incluye además una red que acopla operativamente la turbina eólica y el módulo de gestión. Además, se puede acceder a un módulo de configuración de reglas por medio de la red.

65 **[0008]** De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para gestionar una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta. El procedimiento incluye recibir información operativa sobre las características operativas de una turbina eólica. La información operativa comprende datos operativos. La información

operativa se analiza en base a un conjunto de reglas, y se realiza una determinación de si se puede reiniciar un fallo de la turbina eólica.

[0009] Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención se comprenderán mejor al leer la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que caracteres similares representan partes similares en todos los dibujos, en los que:

la FIG. 1 es una representación en diagrama de bloques de un parque de turbinas eólicas de acuerdo con un modo de realización de la invención.

la FIG. 2 es una representación en diagrama de bloques de un sistema para gestionar turbinas eólicas de acuerdo con un modo de realización de la invención.

la FIG. 3 es un diagrama de flujo que representa las etapas implicadas en un procedimiento para gestionar turbinas eólicas de acuerdo con un modo de realización de la invención.

la FIG. 4 es un diagrama de flujo que representa las etapas implicadas en un procedimiento para gestionar turbinas eólicas de acuerdo con otro modo de realización de la invención.

la FIG. 5 es un diagrama de flujo que representa las etapas implicadas en un procedimiento para la configuración de las reglas, de acuerdo con otro modo de realización de la invención.

[0010] Como se describe en detalle a continuación, los modos de realización de la presente invención proporcionan sistemas y procedimientos para gestionar turbinas eólicas. Las turbinas eólicas se gestionan en base a varios parámetros operativos de la turbina eólica y las condiciones medioambientales. Debido a determinados fallos operativos, una turbina eólica se puede desconectar por la seguridad de la turbina eólica. Algunos ejemplos no limitativos de las condiciones que pueden causar la desconexión de la turbina eólica incluyen condiciones de ráfagas de viento, temperaturas en componentes mecánicos tales como engranajes, cojinetes y otros, fallos de exceso de voltaje o de exceso de corriente, que exceden un valor de umbral, fallos en el convertidor y otras determinadas unidades de hardware, fallos en el generador y en los sensores de velocidad del rotor, vibraciones de la torre, fallo de evento de red. Las turbinas eólicas se pueden desconectar debido a varios motivos, incluyendo fallos inducidos por condiciones de funcionamiento transitorias, condiciones medioambientales inadecuadas, entre otras condiciones. Muchos casos de desconexión de turbinas eólicas se deben a un "fallo leve" o un "fallo con reinicio". Un fallo leve se puede deber a un fallo que es de naturaleza transitoria o, en general, un fallo que causa una desconexión de la turbina eólica después de lo cual las turbinas eólicas se pueden reiniciar de forma segura en un breve intervalo de tiempo. Algunos ejemplos no limitativos de las condiciones operativas que inducen fallos leves incluyen condiciones de ráfagas de viento, temperaturas en componentes mecánicos tales como engranajes, cojinetes y otros, fallos de exceso de voltaje o de exceso de corriente, que exceden un valor de umbral, fallos en el convertidor y otras determinadas unidades de hardware, fallos en el generador y en los sensores de velocidad del rotor, vibraciones de la torre, fallo de evento de red. El sistema incluye un conjunto de reglas para analizar la naturaleza de fallo y determinar si el fallo se puede reiniciar. Un "fallo grave" es un fallo que causa la desconexión de la turbina eólica y requiere una intervención *in situ* para la turbina eólica. Los sistemas y procedimientos divulgados en el presente documento proporcionan, incluyendo otros rasgos característicos, la identificación y el reinicio automático de una turbina eólica desconectada en caso de fallos leves. Además, se generan registros de diagnóstico avanzados para que los expertos los estudien y reduzcan el tiempo de resolución de la desconexión. En caso de fallos graves, además de un registro de diagnóstico detallado, se genera un mensaje de error que indica que se requiere mantenimiento *in situ* para la turbina eólica.

[0011] La FIG. 1 ilustra una representación en diagrama de bloques de un parque eólico 100 de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El parque eólico 100 comprende múltiples módulos de turbina eólica 110₁, 110₂ ... 110_N, estando cada uno de los múltiples módulos de turbina eólica 110 acoplado de forma comunicativa a un servidor del parque 120. Cada uno de los módulos de turbina eólica, por ejemplo, el módulo de turbina eólica 110₁, comprende una turbina eólica 102, un controlador 104 y un ordenador de interfaz 106. El controlador 104 se configura para recibir información operativa asociada con la turbina eólica 102 y el módulo de turbina eólica 110. El controlador 104 también se configura para controlar las operaciones del módulo de turbina eólica 110, incluyendo la desconexión o el reinicio de la turbina eólica 102, entre otros. El ordenador de interfaz 106 se puede configurar para recibir datos del controlador 104 y actuar como una interfaz entre el controlador 104 y el servidor 120. En algunos modos de realización, el ordenador de interfaz 106 se configura para acceder y procesar información operativa adicional o avanzada de la turbina eólica 110. El ordenador de interfaz 106 se configura además para almacenar y recuperar la información avanzada o adicional del módulo de turbina eólica 110, entre otras funciones.

[0012] El servidor del parque 120 se configura para recibir y procesar información operativa para cada uno de los módulos de turbina eólica 110₁... 110_N. El módulo de turbina eólica 110 y el servidor del parque 120 se pueden acoplar de forma comunicativa a través de un hilo, cable, fibra óptica y similares. Sin embargo, un experto en la materia reconocería que otras formas de acoplamiento de forma comunicativa, tales como a través de un enlace inalámbrico facilitado por diversos tipos de elementos de red bien conocidos, tales como concentradores, conmutadores, encaminadores y/o similares, darían como resultado modos de realización igualmente válidos de la presente invención.

[0013] En general, la turbina eólica 102 se emplea para aprovechar la energía eólica y convertir la energía eólica en otras formas útiles, por ejemplo, electricidad. En un modo de realización, la turbina eólica 102 convierte la energía eólica en energía cinética que se proporciona a un generador (no mostrado en las figuras). El generador convierte la energía cinética en electricidad, que, a continuación, se puede suministrar a una red eléctrica. La turbina eólica 102 puede incluir además otros diversos componentes para soportar la funcionalidad, supervisión, mantenimiento y otras funciones de la turbina eólica 102. Otros de dichos componentes incluyen, pero no se limitan a, componentes tales como sensores, circuitos, convertidores, engranajes, cojinetes, rotores, y dichos componentes no se muestran con fines de simplicidad. El controlador 104 se configura para supervisar y controlar todos dichos componentes y la turbina eólica 102 del módulo de turbina eólica 110.

[0014] El controlador 104 es cualquier tipo de controlador lógico programable que comprende una Unidad Central de Procesamiento (CPU), diversos circuitos de soporte y una memoria. La CPU del controlador 104 puede comprender uno o más microprocesadores o microcontroladores disponibles comercialmente que facilitan el procesamiento y almacenamiento de datos, o puede comprender un circuito de procesamiento específico de la aplicación. Diversos circuitos de soporte facilitan el funcionamiento de la CPU y pueden incluir circuitos de reloj, buses, fuentes de alimentación, circuitos de entrada/salida y/o similares. La memoria incluye una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), almacenamiento en unidad de disco, almacenamiento óptico, almacenamiento extraíble y similares para almacenar un programa de control o para almacenar datos relacionados con la información de estado. El controlador 104 colabora con el ordenador de interfaz 106 para generar información operativa 130, que puede residir en el ordenador de interfaz 106, o en el servidor del parque 120, o en ambos. En algunos modos de realización, el controlador 104 se configura para realizar las funciones del ordenador de interfaz 106.

[0015] Además, el ordenador de interfaz 106 y el servidor del parque 120 son ejemplos de ordenadores que en general son conocidos en la técnica. Como se usa en el presente documento, se entenderá que el término "ordenador" incluye una Unidad Central de Procesamiento (CPU) configurada para ejecutar instrucciones programables, una memoria configurada para almacenar datos que incluyen instrucciones programables, circuitos de soporte que facilitan el funcionamiento de la CPU. La CPU puede comprender uno o más microprocesadores o microcontroladores disponibles comercialmente que facilitan el procesamiento y almacenamiento de datos. La memoria incluye una memoria de sólo lectura, una memoria de acceso aleatorio, un almacenamiento en unidad de disco, un almacenamiento óptico, un almacenamiento extraíble, y similares. Diversos circuitos de soporte facilitan el funcionamiento de la CPU y pueden incluir circuitos de reloj, buses, fuentes de alimentación, circuitos de entrada/salida y/o similares. La memoria puede incluir además datos y paquetes de software, tales como un sistema operativo (no mostrado), paquetes de software de aplicación e información operativa, entre otros. Los ordenadores también incluyen una interfaz de entrada y salida para interactuar con otros ordenadores o dispositivos electrónicos. Los ordenadores pueden funcionar como servidores, clientes de un servidor, ordenadores de interfaz, sistema de almacenamiento y pueden servir para otras diversas funciones. En general, diversos dispositivos se pueden clasificar como ordenadores, y dichos dispositivos incluyen un ordenador portátil, un ordenador de sobremesa, un asistente digital personal (PDA) y similares.

[0016] El ordenador de interfaz 106 almacena la información operativa 130 asociada con los componentes del módulo de turbina eólica 110, mientras que el servidor del parque 120 se configura para controlar todo el parque eólico 100 que comprende los módulos de turbina eólica individuales 110₁ ... 110_N. El servidor del parque 120 se configura además para enviar información operativa perteneciente a los módulos de turbina eólica 110 individuales, y recibir instrucciones de funcionamiento para los módulos de turbina eólica 110 individuales. Para este propósito, el servidor del parque 120 se puede comunicar con otros dispositivos, por ejemplo, a través de una red de comunicaciones (no mostrada). En determinados modos de realización, el ordenador de interfaz 106 agrega toda la información operativa del controlador 104. La información operativa comprende la información operativa 130, que se puede comunicar de forma rutinaria al servidor del parque 120 por el ordenador 106.

[0017] La información operativa 130 incluye información de la turbina eólica, tal como información sobre valores específicos de características operativas o parámetros tales como parámetros de control de referencia, mensajes de entrada, configuración del parque eólico, estado de error incluyendo códigos de error desde el tiempo de desconexión hasta el tiempo de parada, historial de errores para los módulos de turbina eólica o los componentes de los mismos, datos paramétricos pertenecientes a diversos parámetros operativos de los módulos de turbina eólica, configuración de la turbina eólica, estado de la turbina eólica, indicadores de condición/estado, datos de sensores, entre otros. Los parámetros o características operativas también pueden incluir la configuración medioambiental y la configuración de la turbina eólica, entre otros. Otros ejemplos no limitativos de información operativa incluyen datos sobre parámetros tales como el perfil de temperatura, la velocidad del viento, el perfil de velocidad del viento, los fallos de hardware en componentes tales como convertidores, entre otros, el voltaje generado, la corriente generada, la precisión de sensores tales como los sensores de velocidad del rotor, las vibraciones de la torre, los eventos de red, entre otros diversos parámetros asociados con uno o más componentes del módulo de turbina eólica 110. Dicha información operativa 130 se usa de forma ventajosa, de acuerdo con diversas técnicas analizadas en el presente documento, para reiniciar automáticamente la turbina eólica desconectada 102 y/o el módulo de turbina eólica desconectada 110. La información operativa 130 se supervisa de forma rutinaria para gestionar las turbinas eólicas. Además, la

información operativa 130 es un subconjunto de la información operativa recopilada y/o almacenada por el controlador 104, el ordenador de interfaz 106 y el servidor del parque 120.

[0018] La FIG. 2 ilustra una representación en diagrama de bloques de un sistema 200 para gestionar turbinas eólicas de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El sistema 200 incluye un parque de turbinas eólicas 202, similar al parque eólico 100 como se analiza anteriormente, comprendiendo el parque eólico 202 un servidor del parque 210. El sistema 200 comprende además un servidor de control 220 para gestionar las turbinas eólicas, un monitor 230 para acceder al servidor 220 y reglas 240 almacenadas en un dispositivo 242. El servidor del parque 210, el servidor 220, el monitor 230 y el dispositivo 242 se acoplan entre sí de forma comunicativa a través de una red 250. En un modo de realización alternativo, el servidor 220, el monitor 230 y el dispositivo 242 se integran en el servidor del parque 210. Diversos componentes del sistema 200 se pueden disponer y/o integrar en diversas variaciones factibles de permutación y/o combinación. Todas dichas variaciones se les ocurrirán fácilmente a los expertos en la materia y se incluyen dentro del alcance y espíritu de la presente invención.

[0019] El servidor del parque 210 incluye información operativa (por ejemplo, la información operativa 130 de la FIG. 1), y como tal, el servidor del parque 210 comunica la información operativa para cada módulo de turbina eólica en el parque eólico 202 al servidor 220, a través de la red 250. El servidor del parque 210 se puede configurar además para recibir y procesar instrucciones de funcionamiento del servidor 220, a través de la red 250, para cada uno de los módulos de turbina eólica 110₁ ... 110_N. Por ejemplo, el servidor del parque 210 se configura para recibir información operativa desde los ordenadores de interfaz 106, y se configura además para enviar la información operativa al servidor de control 220. El servidor del parque 210 también se configura para recibir instrucciones de funcionamiento del servidor de control 220.

[0020] El servidor de control 220 es un ordenador, tal como los conocidos en la técnica en general. El servidor de control 220 incluye una CPU 214, circuitos de soporte 216 y una memoria 218. La memoria 218 incluye un sistema operativo 222 y diversos paquetes de software, tales como un módulo de gestión 224 configurado para gestionar las turbinas eólicas en el parque de turbinas eólicas 202, por ejemplo, proporcionando mensajes de salida de supervisión, instrucciones de reinicio automático, recomendaciones de diagnóstico, entre otras funciones. La memoria 218 incluye además un motor de reglas 226 para configurar las reglas 240, por ejemplo, en base a las condiciones de funcionamiento de la turbina eólica y/o el análisis de fallos de la turbina eólica. En determinados modos de realización, el servidor del parque 210 es un módulo de Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA), que se ejecuta, por ejemplo, en plataformas Win NT, VisuPro o Mark Series, entre otras diversas conocidas en la técnica.

[0021] El monitor 230 es un ordenador, tal como los conocidos en la técnica en general. En general, el monitor 230 se puede usar para acceder, supervisar o controlar el servidor 220, por ejemplo, por el personal de servicio de las turbinas eólicas. El personal de servicio puede incluir una plantilla de mantenimiento del sitio o expertos en turbinas eólicas para soportar las operaciones en un parque eólico o en múltiples parques eólicos.

[0022] El personal de servicio puede ordenar que se restablezca una turbina eólica particular a través del servidor 220 enviando instrucciones de reinicio a través de la red 250, a un controlador (por ejemplo, el controlador 104 de la FIG. 1) de esa turbina eólica particular. En uno o más modos de realización, el personal de servicio puede recomendar actividades de mantenimiento físico y/o tomar otras acciones correctivas en caso de posibles fallos en las turbinas eólicas.

[0023] El módulo de gestión 224 incluye código de software (por ejemplo, instrucciones ejecutables por el procesador) que, cuando se ejecuta, se configura para analizar información operativa y determinar el fallo de la turbina eólica. El módulo de gestión 224 se configura para recibir y procesar información operativa, para determinar si una turbina eólica desconectada se puede reiniciar automáticamente y, además, proporcionar instrucciones para reiniciar una turbina eólica desconectada. El módulo de gestión 224 también se configura para proporcionar diagnósticos mejorados de una turbina eólica desconectada o defectuosa al personal de servicio.

[0024] El módulo de gestión 224 se configura además para analizar la información operativa con respecto a las reglas relacionadas con el funcionamiento de las turbinas eólicas, por ejemplo, las reglas 240 que son accesibles para el módulo de gestión 224 a través de la red 250. En el modo de realización ilustrado por la FIG. 2, las reglas 240 están comprendidas en un dispositivo 242 acoplado de forma comunicativa a la red 250. Sin embargo, un experto en la materia reconocería que otras disposiciones de las reglas 240, tales como mantener las reglas 240 en el servidor de control 220, o en cualquier otro dispositivo en la red 250, darían como resultado modos de realización igualmente válidos de la presente invención.

[0025] De acuerdo con diversos modos de realización, el módulo de gestión 224 usa las reglas 240 para analizar y determinar el fallo de la turbina eólica. Por ejemplo, las reglas 240 pueden especificar un intervalo seguro de valores de umbral de temperaturas de diversos componentes o regiones de la turbina eólica, y la frecuencia de aparición de los errores de acuerdo con la cual una turbina eólica desconectada puede volverse operativa. Más específicamente, si la temperatura de la caja de engranajes cruza un límite de umbral superior, la turbina eólica 102 puede dañarse o dejar de funcionar. En consecuencia, el controlador 104 se configura para desconectar la turbina eólica 102. Sin embargo, se ha determinado de forma ventajosa que la turbina eólica que se desconecta debido a que se cruzan los

umbrales de temperatura en la caja de engranajes y los cojinetes se puede reiniciar de forma segura una vez que la temperatura desciende por debajo del límite de seguridad predeterminado. Las reglas 240 especifican dichos límites de seguridad o valores de umbral de temperatura, y otros conocimientos sobre los umbrales de temperatura y otros diversos parámetros relacionados con el funcionamiento de las turbinas eólicas, el impacto de las condiciones de funcionamiento, entre otros factores. De acuerdo con un aspecto, el conjunto de reglas son configurables, y se pueden configurar en base a información operativa tal como datos históricos, datos heurísticos, datos de ingeniería para la turbina eólica, factores medioambientales, configuración de la turbina eólica, entre otros. Por ejemplo, las reglas se pueden configurar para incluir el conocimiento de diversas condiciones que se deben cumplir para el reinicio automático de la turbina eólica, para generar información de diagnóstico relacionada con las condiciones de los componentes, la falta de coincidencia con los parámetros de referencia y mensajes de advertencia (transmitidos al ingeniero de servicio con antelación, por ejemplo, días antes del siguiente ciclo de mantenimiento). Como otro ejemplo, las reglas 240 pueden especificar el límite inferior y superior de parámetros eléctricos tales como niveles de voltaje y corriente que son aceptables. En consecuencia, si la turbina eólica se desconecta debido a que los niveles de voltaje y/o corriente en los circuitos de la turbina eólica cruzan un valor de umbral particular, el módulo de gestión 224 consulta las reglas 240 y supervisa la turbina eólica para determinar si los niveles de voltaje y/o corriente se han estabilizado dentro de los umbrales superior e inferior aceptables. Se ha observado de forma ventajosa que típicamente, los valores de voltaje y/o corriente se estabilizan dentro de los umbrales superior e inferior dentro de una breve duración después de un comportamiento transitorio.

[0026] Aunque anteriormente se han mencionado solo unos pocos ejemplos, se aprecia aquí que el módulo de gestión 224 se configura para analizar la información operativa de la turbina eólica en vista de las reglas 240. El módulo de gestión 224 se configura además para determinar, después de un intervalo de tiempo de desconexión de una turbina eólica, si los parámetros operativos de la turbina eólica desconectada están dentro de los intervalos permisibles de valores de umbral. En caso de que los parámetros operativos se hayan estabilizado dentro de los valores de umbral correspondientes, el módulo de gestión 224 se configura para reiniciar la turbina eólica (por ejemplo, la turbina eólica 102) ordenando al controlador 104. El intervalo de tiempo, de acuerdo con determinados modos de realización, varía de unos pocos segundos a unos pocos minutos, dependiendo de la naturaleza del fallo.

[0027] En ocasiones, la información operativa puede ser insuficiente para realizar un análisis. Así pues, el módulo de gestión 224 puede solicitar información operativa avanzada al módulo de turbina eólica (por ejemplo, el módulo de turbina eólica 110 de la FIG. 1). La información operativa avanzada está por encima de la información operativa que recibe el módulo de gestión 224 de forma rutinaria. El servidor del parque 210, a su vez, comunica la solicitud a un ordenador (por ejemplo, el ordenador 106 de la FIG. 1) del módulo de turbina eólica. Como se analiza, el ordenador 106 agrega una amplia información operativa, a partir de la cual se comunica información operativa rutinaria al servidor de control 220. En base a la solicitud de información operativa avanzada, el ordenador 106 se configura para comunicar la información operativa avanzada al servidor de control 220. En determinados modos de realización, el ordenador 106 puede, en base a la solicitud del módulo de gestión 224, extraer información operativa avanzada del módulo de turbina eólica, tal como el funcionamiento actual o las condiciones medioambientales, por ejemplo, la velocidad actual del viento, los datos de ráfagas de viento y similares. La información operativa adicional o avanzada sirve al módulo de gestión 224 para realizar una evaluación mejorada de las condiciones predominantes en el módulo de turbina eólica 110.

[0028] Por ejemplo, el módulo de gestión 224 puede determinar que una turbina eólica se desconectó porque el perfil de velocidad del viento cruzó un umbral predefinido debido a una ráfaga de viento. El módulo de gestión 224, en dichas condiciones, puede continuar supervisando el perfil de velocidad del viento actual para determinar el momento en el que el perfil de velocidad del viento está dentro de los umbrales aceptables. Adicionalmente, el módulo de gestión 224 puede solicitar datos que indiquen si la ráfaga de viento que provocó la desconexión de la turbina eólica hizo algún daño a la turbina eólica o a otros componentes asociados. Otro ejemplo se relaciona con la corriente asimétrica del generador, en el que la turbina se desconecta si se encuentra corriente asimétrica en alguna de las fases del generador. En dichos casos, el módulo de gestión 224 comprueba si el parámetro de umbral que indica el límite para la corriente asimétrica del generador está ajustado correctamente en la turbina. Si el parámetro se ajusta a un valor incorrecto, el módulo de gestión 224 genera un mensaje de diagnóstico que indica que el umbral de corriente asimétrica del generador está ajustado a un valor incorrecto, y ordena que el umbral se cambie al valor correcto. En una etapa siguiente, usando mediciones instantáneas de corriente en las fases del generador, el módulo de gestión 224 determina qué fase está defectuosa. Además, el módulo de gestión 224 comprueba si el fallo se produjo dentro de un número permitido de veces, limitado por un límite de frecuencia predefinido. Si el fallo se ha producido un número permitido de veces, el módulo de gestión 224 envía un comando de reinicio automático para reiniciar la turbina. Si el fallo se produjo más veces que el número permitido, el módulo de gestión 224 genera una solicitud de servicio para un ingeniero de servicio.

[0029] Como otro ejemplo, el módulo de gestión 224 puede determinar que un sistema eléctrico se desconectó debido a un pico de voltaje y/o de corriente en los circuitos. El módulo de gestión 224 puede continuar supervisando la información operativa para identificar cuándo los valores de voltaje y/o corriente se han estabilizado dentro de los límites de umbral correspondientes. En caso de que se identifique que los valores de voltaje y/o corriente no se han estabilizado en los intervalos esperados o, en cualquier caso, son anómalos, el módulo de gestión 224 puede solicitar información operativa avanzada para determinar las causas de la anomalía. Por ejemplo, usando información

adicional, el módulo de gestión 224 determina, junto con las reglas 240, que determinados componentes del circuito pueden estar funcionando mal, provocando la anomalía. En dichos casos, el módulo de gestión 224 comunica una advertencia y/o un registro de diagnóstico detallado para que el experto lleve a cabo acciones correctivas.

[0030] En varios casos, un diagnóstico mejorado de las condiciones operativas de la turbina eólica, como se describe anteriormente, permite un reinicio automático de la turbina eólica 102 en casos en los que un reinicio automático no ha sido factible anteriormente. En otros casos, se genera un registro de fallos detallado para el personal formado, reduciendo considerablemente de este modo la carga de tiempo de análisis del personal y, en consecuencia, reduciendo el tiempo medio para volver al servicio de las turbinas eólicas.

[0031] De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, un procedimiento para gestionar una turbina eólica comprende recibir información operativa de una turbina eólica. La información operativa se analiza en base a un conjunto de reglas. En caso de que se desconecte una turbina eólica, el análisis determina si la desconexión de la turbina eólica se puede reiniciar, es decir, si el fallo que causa la desconexión es una fallo leve o un fallo grave.

[0032] De acuerdo con otro modo de realización de la invención, un procedimiento para gestionar una turbina eólica comprende recibir información operativa de una turbina eólica. La información operativa se analiza en base a un conjunto de reglas. En determinados modos de realización, se puede determinar analizando la información operativa recibida de forma rutinaria que se requiere información operativa avanzada para analizar el rendimiento de la turbina eólica y/o los fallos de la misma. En dichos casos, la información operativa avanzada se recupera de la turbina eólica, en base al análisis inicial de la información operativa que se recibe de forma rutinaria. La información operativa avanzada se recibe y se usa a continuación para realizar un análisis de diagnóstico mejorado de la turbina eólica. Este proceso de recibir información operativa avanzada se puede repetir según sea necesario. De acuerdo con diversos modos de realización, la información operativa avanzada incluye datos de sensores de la turbina eólica hasta la desconexión. En otros determinados modos de realización, la información operativa avanzada incluye además datos de sensores después de que se haya desconectado la turbina eólica. El análisis de diagnóstico mejorado es útil para determinar si la desconexión de la turbina eólica se puede reiniciar.

[0033] Si se determina un fallo que se puede reiniciar, la turbina eólica se reinicia. Sin embargo, si el fallo no se puede reiniciar, se genera un informe de diagnóstico detallado para un análisis manual adicional, por ejemplo, por parte del personal de servicio.

[0034] Haciendo referencia ahora a la FIG. 3, se ilustra un diagrama de flujo que representa las etapas implicadas en un procedimiento 300 para reiniciar automáticamente una turbina eólica, por ejemplo, la turbina eólica 102. El procedimiento 300 se puede implementar por un módulo de gestión (por ejemplo, el módulo de gestión 224 de la FIG. 2) residente en el servidor 220. El módulo de gestión 224 procesa la información operativa (por ejemplo, la información operativa 130 de la FIG. 1) de la turbina eólica 102 para proporcionar un reinicio automático a la turbina eólica desconectada. Se aprecia aquí que, aunque los modos de realización del procedimiento analizados en el presente documento se pueden referir a elementos de la FIG. 1 y FIG. 2, dichos modos de realización no se limitan a los elementos del sistema de la FIG. 1 y FIG. 2.

[0035] El procedimiento 300 comienza en la etapa 302 y continúa en la etapa 304 en la que se recibe la información operativa de la turbina eólica. En un modo de realización, un servidor de control (por ejemplo, el servidor de control 220 de la FIG. 2) recibe la información operativa de la turbina eólica desde un servidor del parque (por ejemplo, el servidor del parque 120 de la FIG. 1 y el servidor del parque 210 de la FIG. 2).

[0036] Por ejemplo, se puede producir un fallo de voltaje de línea dentro de la turbina eólica debido al cual se desconecta la turbina eólica. En general, el fallo de voltaje de línea se puede producir debido a una salida de relé defectuosa, un error de voltaje de red y/o similares. En consecuencia, el módulo de gestión 224 recibe la información operativa, tal como la frecuencia de aparición del fallo, uno o más voltajes consecutivos después del tiempo de desconexión de la turbina eólica, entre otra información operativa.

[0037] En la etapa 306, la información operativa se analiza con respecto a las reglas, por ejemplo, las reglas 240 de la FIG. 2. En un modo de realización, el módulo de gestión 224 analiza la información operativa 130 de los módulos de turbina eólica 110 para determinar si el fallo que provocó la desconexión de la turbina eólica se puede reiniciar. Para conseguir si el fallo se puede reiniciar, la información operativa se compara con respecto a las reglas.

[0038] De acuerdo con un modo de realización, en el ejemplo de fallo de voltaje de línea, las reglas se configuran para definir que para que la turbina eólica se restablezca automáticamente después de la desconexión, la frecuencia de aparición del fallo de voltaje de línea debe ser menor de diez instancias durante las últimas veinticuatro horas y/o menor de veinte instancias durante los últimos siete días. En otro modo de realización, las reglas configuradas definen que los tres voltajes consecutivos desde el momento en el que se desconectó la turbina eólica deben estar en el intervalo de 200 voltios y 400 voltios.

[0039] De acuerdo con determinados modos de realización, el módulo de gestión 224 analiza la información operativa recibida con las reglas definidas para un fallo correspondiente que provocó la desconexión de la turbina

eólica. En otras palabras, el módulo de gestión 224 analiza si la información operativa de la turbina eólica desconectada se encuentra dentro de los límites de umbral definidos en las reglas correspondientes al fallo que provocó la desconexión de la turbina eólica. Si la información operativa indica que los parámetros operativos se encuentran dentro de los límites de umbral, el fallo se identifica como que se puede reiniciar. De acuerdo con un modo de realización, los fallos que no se han producido con frecuencia, y la magnitud de dichos fallos está dentro de un límite de tolerancia predeterminado, típicamente se pueden reiniciar. Sin embargo, si la información operativa indica que los parámetros operativos de la turbina eólica superan los límites de umbral correspondientes a un fallo particular o la frecuencia con la que se han producido dichos fallos, la turbina eólica no se reinicia. De acuerdo con determinados modos de realización, se envía al equipo de servicio una solicitud para cambiar el parámetro operativo a un valor correcto.

[0040] Específicamente, en la etapa 308, se determina si el fallo se puede reiniciar. Si, en la etapa 308, se determina que el fallo no se puede reiniciar (opción "NO"), el procedimiento 300 continúa en la etapa 314. Si, en la etapa 308, se determina que el fallo se puede reiniciar (opción "SÍ"), entonces el procedimiento 300 continúa en la etapa 310. En la etapa 310, se evalúan las condiciones de seguridad para que la turbina eólica esté operativa. Si se cumplen las condiciones de seguridad, la turbina eólica se reinicia en la etapa 312, de modo que la turbina eólica se vuelve operativa. En un modo de realización, el módulo de gestión puede proporcionar una instrucción a un controlador (por ejemplo, el microcontrolador 106 de la FIG. 1) de la turbina eólica, para reiniciar la turbina eólica. El procedimiento 300 continúa en la etapa 314.

[0041] En la etapa 314, se genera un registro de análisis de fallos de diagnóstico. El registro lo puede usar un experto o personal de servicio. Según un modo de realización, se genera un informe de diagnóstico detallado sobre la turbina eólica y se alerta al personal de servicio.

[0042] En un modo de realización, el módulo de gestión alerta al experto con respecto a la avería de la turbina eólica. Por ejemplo, si la frecuencia de aparición del voltaje de fallo de línea mencionado anteriormente es mayor que los límites definidos dentro de las reglas (frecuencia $\geq$ seis para los últimos siete días), se determina que el fallo que causó la desconexión de la turbina eólica no se puede reiniciar. En consecuencia, el módulo de gestión alerta al experto con respecto a la avería de la turbina eólica, proporcionando además al experto un registro de diagnóstico de los parámetros operativos correspondientes al fallo. En otro modo de realización, el experto analiza el fallo de la turbina eólica. El procedimiento 300 finaliza en la etapa 316.

[0043] De acuerdo con diversos modos de realización del procedimiento 300, la información operativa se recibe para supervisar diversos fallos debido a los cuales se puede desconectar una turbina eólica. Por ejemplo, para desconexiones debidas a tormentas/ráfagas de viento, se generan una vez que la pendiente del perfil de velocidad del viento cruza un umbral predefinido. Las desconexiones debidas a esto se pueden reiniciar una vez que el viento se estabiliza y la velocidad del viento promedio está por debajo de un umbral de seguridad predeterminado. De acuerdo con un modo de realización, las reglas se configuran para definir el umbral de velocidad del viento promedio en 5 m/s. En otros modos de realización, las reglas se configuran para definir el umbral de velocidad del viento promedio en 8 m/s. Como se analiza a continuación, las reglas se pueden configurar en base a diversos factores de configuración de funcionamiento, incluyendo la información operativa, las condiciones medioambientales, la configuración del parque eólico, la configuración de la turbina, entre otros, las reglas proporcionan diferentes valores de umbral para diferentes configuraciones de funcionamiento.

[0044] Como se analiza, la turbina eólica se puede desconectar debido a que la temperatura en la caja de engranajes y los cojinetes cruza los umbrales de temperatura, y la turbina se puede reiniciar de forma segura una vez que la temperatura está por debajo del límite de seguridad predeterminado. Otro ejemplo de fallos que provocan el reinicio de la turbina eólica se relaciona con el convertidor y otras unidades de hardware similares del módulo de turbina eólica. De acuerdo con un modo de realización, la turbina eólica se puede reiniciar, por ejemplo, si la frecuencia de aparición de dicho fallo en un período dado (1 hora/1 día/1 semana/1 mes) no excede más que el valor de umbral predeterminado para ese período. Los fallos en el generador y en los sensores de velocidad del rotor también pueden provocar la desconexión de la turbina eólica. Para desconexiones debidas a dichos fallos, de acuerdo con un modo de realización, los sensores de velocidad se comprueban para detectar el error porcentual admisible, y si la diferencia entre los sensores de velocidad cae por debajo de un valor de umbral predeterminado, la turbina se puede reiniciar. Además, la turbina eólica se puede desconectar debido a las vibraciones de la torre de la turbina eólica. La turbina eólica también se puede desconectar en caso de un evento de red, tal como un fallo en la red, o una desconexión de la red, entre otros. De acuerdo con un modo de realización, la turbina eólica se puede reiniciar después de que se restaure la red y haya transcurrido el tiempo suficiente.

[0045] Los fallos como se analiza anteriormente, y otros varios fallos del módulo de turbina eólica y los valores de umbral correspondientes se les ocurrirán fácilmente a los expertos en la materia. Las diversas técnicas divulgadas en el presente documento se configuran para proporcionar información operativa relacionada con dichos fallos y proporcionar un reinicio automático de la turbina eólica, y todas dichas variaciones se encuentran dentro del alcance y espíritu de la presente invención.

[0046] La FIG. 4 es un diagrama de flujo que representa las etapas implicadas en un procedimiento para reiniciar automáticamente una turbina eólica de acuerdo con otro modo de realización de la presente invención. El procedimiento 400 comienza en la etapa 402 y continúa en la etapa 404 en la que se recibe la información operativa de la turbina eólica. En un modo de realización, un servidor de control (por ejemplo, el servidor de control 220 de la FIG. 2) recibe la información operativa de la turbina eólica desde un servidor del parque (por ejemplo, el servidor del parque 104 de la FIG. 1 o el servidor del parque 210 de la FIG. 2).

[0047] En la etapa 406, la información operativa se analiza con respecto a las reglas (por ejemplo, las reglas 240 de la FIG. 2). El análisis de la información operativa puede revelar si el fallo que provocó la desconexión de la turbina eólica es un fallo que se puede reiniciar. El análisis de la información operativa con respecto a las reglas puede determinar además si es necesario solicitar información operativa avanzada de la turbina eólica, para un análisis más detallado del fallo que provocó la desconexión de la turbina eólica y/o reiniciar la turbina eólica desconectada.

[0048] En la etapa 408, se determina si el fallo se puede reiniciar. Si se determina que el fallo se puede reiniciar (opción "Sí"), el procedimiento 400 continúa en la etapa 410. En la etapa 410, se evalúan las condiciones de seguridad para hacer que la turbina eólica esté operativa. Si se cumplen las condiciones de seguridad, la turbina eólica se reinicia para comenzar a funcionar en la etapa 412. Si, sin embargo, en la etapa 408, se determina que el fallo no se puede reiniciar (opción "No"), el procedimiento 400 continúa en la etapa 414.

[0049] En la etapa 414, se determina si es necesario solicitar información operativa avanzada para analizar en más detalle el fallo que provocó la desconexión de la turbina eólica. Se puede determinar que también se puede requerir información operativa avanzada para reiniciar la turbina eólica desconectada.

[0050] Si, en la etapa 414, se determina que no es necesario solicitar información operativa avanzada (opción "No"), el procedimiento 400 continúa en la etapa 422. En determinados casos, por ejemplo, se puede determinar que el fallo que provocó la desconexión de la turbina eólica es un fallo que no se puede reiniciar sin la intervención adecuada del personal de servicio. En dichos casos, el procedimiento 400 genera un registro de análisis de fallos de diagnóstico mejorado en la etapa 422. El personal de servicio puede usar el registro de análisis de fallos de diagnóstico mejorado para identificar la naturaleza del fallo y planificar una acción correctiva apropiada, de forma ventajosa, en un tiempo de respuesta más breve.

[0051] Si, sin embargo, en la etapa 414 se determina que es necesario solicitar información operativa avanzada (opción "Sí"), el procedimiento 400 continúa en la etapa 416, en la que se recibe información operativa avanzada. En la etapa 418, la información operativa avanzada se analiza en base a las reglas. El análisis en la etapa 418 determina si se puede reiniciar el fallo que provocó la desconexión de la turbina eólica.

[0052] En consecuencia, en la etapa 420 se determina si la turbina eólica se puede reiniciar. Si se determina que la turbina eólica no se puede reiniciar (opción "No"), entonces el procedimiento 400 continúa en la etapa 422, en la que se genera un registro de fallos de diagnóstico mejorado. Sin embargo, si en la etapa 420 se determina que la turbina eólica se puede reiniciar (opción "Sí"), el procedimiento 400 continúa en la etapa 410, en la que se evalúan las condiciones de seguridad para hacer funcionar la turbina eólica. Si se cumplen las condiciones de seguridad para hacer funcionar la turbina eólica en la etapa 410, el procedimiento continúa en la etapa 412, en la que se reinicia la turbina eólica para reanudar el funcionamiento. El procedimiento 400 continúa entonces en la etapa 422 en la que se genera un registro de fallos de diagnóstico mejorado. En un modo de realización, el módulo de gestión alerta al experto con respecto a la avería de la turbina eólica. El procedimiento 400 finaliza en la etapa 426.

[0053] Con respecto al procedimiento 400, de acuerdo con un modo de realización, el módulo de gestión 224 analiza la información operativa de la turbina eólica. Por ejemplo, una turbina eólica, la turbina eólica 102, se puede desconectar debido a un fallo de temperatura en la caja de engranajes y/o en los cojinetes de la turbina eólica. En general, el fallo de temperatura se puede producir si la temperatura de la turbina eólica 102 cruza un valor de umbral de temperatura particular. En dicha condición, el módulo de gestión analiza la información operativa 130 relativa a la temperatura de la caja de engranajes y/o los cojinetes de la turbina eólica 130 con respecto a las reglas. En este modo de realización, la información operativa 130 puede no ser suficiente para determinar si la turbina eólica se puede reiniciar. En consecuencia, el módulo de gestión 224 determina si la información operativa 130 recibida es suficiente para reiniciar la turbina eólica desconectada 102. La determinación de si la información operativa es suficiente o se requiere información operativa avanzada se basa en el análisis del fallo que provocó la desconexión de la turbina eólica, la información operativa 130 recibida y las reglas 240.

[0054] De acuerdo con un modo de realización de la invención, las reglas se pueden configurar. Como se analiza, las reglas se configuran en base a diversos factores de configuración de funcionamiento, incluyendo, pero sin limitarse a, información operativa de la turbina eólica, condiciones medioambientales, configuración del parque, configuración de la turbina eólica, entre otros. Las reglas se configuran para determinar los valores de umbral de acuerdo con diversos factores de configuración de funcionamiento.

[0055] La FIG. 5 ilustra un procedimiento 500 para configurar reglas en base a la configuración de funcionamiento de la turbina eólica. Como se analiza, la configuración de funcionamiento de la turbina eólica comprende varios

factores, incluyendo, pero sin limitarse a, información operativa de la turbina eólica, historial de desconexión y reinicio de la turbina eólica, información de ingeniería de la turbina eólica, configuración del parque, configuración de la turbina eólica, condiciones medioambientales, y condiciones o factores que afectan al estado operativo de la turbina eólica y/o del parque eólico. El procedimiento 500 comienza en la etapa 502 y continúa en la etapa 504 en la que se obtienen la información de configuración de funcionamiento y/o los registros de análisis de fallos para una turbina eólica. En la etapa 506, las reglas se analizan en base a los registros de análisis de fallos y la información de configuración de funcionamiento.

[0056] De acuerdo con un modo de realización, en la etapa 506 se comparan los registros de análisis de fallos y la configuración de funcionamiento para evaluar si las reglas (incluyendo los parámetros de umbral) se deben reconfigurar para la configuración de funcionamiento existente de la turbina eólica. De acuerdo con un modo de realización, el análisis puede indicar que se está produciendo un error particular que provoca que la turbina eólica se desconecte debido a un valor de umbral que es bajo para la configuración de funcionamiento de la turbina eólica. Por ejemplo, se puede determinar que en algunas regiones geográficas el medioambiente es particularmente ventoso y la frecuencia de desconexión de una turbina eólica debido a ráfagas de viento es mayor que en otras regiones geográficas. En otros casos, se puede determinar que determinadas temporadas son más ventosas que otras temporadas para la misma región geográfica. En dichos casos, si el umbral para la frecuencia de desconexión de la turbina eólica dentro de un intervalo de tiempo particular se configura de acuerdo con una región geográfica comparativamente menos ventosa (temporada menos ventosa), la turbina eólica desconectará más veces que la frecuencia umbral en el caso de regiones geográficas ventosas (o temporadas ventosas). En dichos casos, por lo tanto, la turbina eólica no se reiniciará automáticamente, aunque las condiciones sean favorables para el reinicio y/o el fallo se pueda reiniciar. En base a dicho análisis, se puede determinar que la frecuencia de umbral y otras reglas se deben reconfigurar de acuerdo con el análisis del registro de análisis de fallos y la información de configuración de funcionamiento para la turbina eólica. En esta etapa, se puede definir un conjunto de posibles reglas reconfiguradas de acuerdo con el análisis.

[0057] En consecuencia, en la etapa 508, se realiza una determinación en la etapa de si es necesario reconfigurar las reglas. Si se determina que no es necesario reconfigurar las reglas (opción "NO"), entonces el procedimiento 500 continúa en la etapa 514. Si en la etapa 508, sin embargo, se determina que es necesario reconfigurar las reglas (opción "Sí"), el procedimiento 500 continúa en la etapa 510, en la que se evalúan las condiciones de seguridad para hacer funcionar la turbina eólica. Si las condiciones de seguridad se cumplen de acuerdo con las posibles reglas reconfiguradas, en la etapa 512 las posibles reglas reconfiguradas se definen como las nuevas reglas existentes. En un modo de realización, el módulo de gestión 224 puede actualizar las reglas (por ejemplo, las reglas 240 de la FIG. 2) de la turbina eólica. El procedimiento 500 continúa en la etapa 514. En la etapa 514, se genera un indicador para los ingenieros de servicio, y el indicador puede incluir un registro de fallos de diagnóstico mejorado que comprende detalles del análisis en la etapa 506 y/o definir las reglas de acuerdo con la etapa 512.

[0058] De forma ventajosa, las reglas se pueden configurar fácilmente para adaptarse al aprendizaje adicional del campo, es decir, aprender sobre información operativa, condiciones medioambientales, configuraciones del parque y de la turbina, y similares. En consecuencia, aunque se han analizado algunos valores de umbral específicos como ejemplos, los expertos en la materia apreciarán fácilmente que diversos modos de realización como se analiza, proporcionan la aplicación de reglas que se pueden configurar de acuerdo con la configuración de funcionamiento, para determinar si una turbina se puede reiniciar. Además, de acuerdo con alguno modos de realización, el ingeniero/equipo de servicio configura (o reconfigura) las reglas en base a la información operativa de la turbina eólica. Las reglas reconfiguradas pueden implementarse durante un período de prueba, actualizarse, reconfigurarse y, a continuación, incorporarse como reglas existentes definidas en el sistema de gestión de turbinas eólicas 200.

[0059] Las características de funcionamiento/operativas o los parámetros de funcionamiento/operativos en general se refieren a características/parámetros de la turbina eólica, configuración de la turbina eólica, configuración del parque, condiciones medioambientales, entre información sobre varios otros parámetros relativos al funcionamiento de un parque eólico. Los términos "información operativa" e "información operativa avanzada (o adicional)" incluyen información operativa de los diversos parámetros de funcionamiento/características de funcionamiento de la turbina eólica, y datos sobre cualquier otra configuración operativa relativa al funcionamiento de la turbina eólica.

[0060] Los expertos en la materia apreciarán que aunque se han analizado diversos modos de realización divulgados en el presente documento con respecto al entorno ilustrado por la FIG. 1 y la FIG. 2, dichos modos de realización no se limitan a las disposiciones ilustradas por la FIG. 1 y la FIG. 2. Por ejemplo, en un modo de realización, el servidor del parque 210 y el servidor de control 220 pueden ser un solo ordenador. En otros modos de realización, las reglas 240 pueden residir en el servidor de control 220. Aún en otros modos de realización, el monitor 230 puede no estar incluido y el personal de servicio puede acceder al servidor de control 220 directamente. En otros modos de realización, el módulo de gestión 224 comprende la funcionalidad del motor de reglas 226. En otros modos de realización contemplados, el motor de reglas 226 puede residir en el dispositivo 242. Se contempla además en determinados modos de realización que el ordenador de interfaz 106 también puede proporcionar la funcionalidad del monitor 230, y viceversa. Estas y otras variaciones obvias de los diversos componentes y/o funciones de ordenador, como se divulgan en el presente documento, surgirán fácilmente para los expertos en la materia, y todas dichas variaciones están incluidas dentro del alcance y espíritu de la presente invención.

[0061] Además, se aprecia aquí que el término "red" como se analiza en el presente documento incluye toda red de comunicaciones que puede comunicar datos a dispositivos acoplados de forma comunicativa a la red. Los ejemplos no limitativos de dicha red de comunicaciones incluyen redes de área local, redes específicas de la aplicación, redes de almacenamiento, Internet, redes en los canales de comunicación incluyendo las redes PSTN, CDM, GSM, entre otras.

[0062] Los diversos modos de realización divulgados en el presente documento ofrecen varias ventajas en la gestión de los sistemas de turbinas eólicas. De acuerdo con una ventaja, proporcionar un reinicio automático reduce el tiempo medio de retorno al servicio (MRTS) de las turbinas eólicas, mejorando considerablemente el rendimiento de un parque de turbinas eólicas. Además, la creación de registros de diagnóstico detallados y mejorados (en base a la naturaleza del fallo) puede ayudar al personal de servicio a identificar y corregir los fallos de las turbinas eólicas en mucho menos tiempo. Además, la generación de registros de diagnóstico mejorados reduce el personal necesario para gestionar las turbinas eólicas.

[0063] Aunque en el presente documento solo se han ilustrado y descrito determinados rasgos característicos de la invención, los expertos en la materia podrán concebir modificaciones y cambios. Por lo tanto, se debe entender que las reivindicaciones adjuntas están destinadas a cubrir la totalidad de dichas modificaciones y cambios de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para gestionar un sistema; comprendiendo el sistema una turbina eólica (102) operable para generar electricidad usando energía eólica, un servidor de control (220) que comprende un módulo de gestión de turbinas eólicas (224) acoplado de forma comunicativa a la turbina eólica; comprendiendo el procedimiento:
 - recibir, en el módulo de gestión de turbinas eólicas (224), información operativa (130) sobre características operativas relacionadas con el funcionamiento de la turbina eólica (102);
 - analizar la información operativa (130) en base a un conjunto de reglas (240), incluyendo el conjunto de reglas (240) las condiciones que se deben cumplir para el reinicio automático de la turbina eólica,
 - determinar si un fallo de la turbina eólica (102) se puede reiniciar automáticamente en base al análisis; y,
 - reiniciar la turbina eólica (102) si se determina que el fallo de la turbina eólica (102) se puede reiniciar automáticamente, y
 - en un motor de reglas (226), configurar el conjunto de reglas.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la información operativa (130) comprende información sobre al menos uno de la velocidad del viento, el perfil de velocidad del viento, la temperatura de los componentes de la turbina eólica (102), el voltaje, la corriente, el convertidor, el generador, los sensores de velocidad del rotor, las vibraciones de la torre, las unidades de hardware de la turbina eólica (102) y/o un evento de red, y en el que el análisis comprende el procesamiento adicional de la información operativa (130).
3. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el análisis comprende hacer referencia al conjunto de reglas (240) con respecto a la información operativa (130) de la turbina eólica (102), comprendiendo el conjunto de reglas (240) valores de umbral para las características operativas de la turbina eólica (102) y derivadas de las características operativas de la turbina eólica (102), y en el que el conjunto de reglas (240) comprende valores de umbral para al menos uno de la velocidad del viento, el perfil de velocidad del viento, la temperatura los componentes de la turbina eólica (102), los niveles de voltaje, los niveles de corriente, los fallos del convertidor, los fallos del generador, los fallos de los sensores de velocidad del rotor, las vibraciones de la torre, los fallos en las unidades de hardware de la turbina eólica (102) y un evento de red.
4. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el conjunto de reglas (240) se configura además en base a las características operativas de la turbina eólica (102) y el análisis de fallos de la turbina eólica (102).
5. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, que comprende además generar un informe sobre el fallo de la turbina eólica (102).
6. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que la etapa de analizar comprende determinar si un fallo se ha producido debido a una condición transitoria.
7. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, que comprende además identificar si se han cumplido las condiciones de seguridad de la turbina eólica.
8. Un sistema de gestión de turbinas eólicas que comprende:
 - una turbina eólica (102) operable para generar electricidad usando energía eólica, teniendo la turbina eólica (102) características operativas relacionadas con el funcionamiento de la turbina eólica (102);
 - un servidor de control (220) que comprende
 - un módulo de gestión de turbinas eólicas (224) acoplado de forma comunicativa a la turbina eólica, estando configurado el módulo de gestión de turbinas eólicas para implementar las etapas de:
 - recibir información operativa (130) sobre las características operativas relacionadas con el funcionamiento de la turbina eólica (102),
 - analizar la información operativa (130) en base a un conjunto de reglas (240), incluyendo el conjunto de reglas las condiciones que se deben cumplir para el reinicio automático de la turbina eólica,
 - determinar si un fallo de la turbina eólica (102) se puede reiniciar automáticamente, y
 - si se determina que el fallo de la turbina eólica se puede reiniciar automáticamente, reiniciar la turbina eólica (102); y

un motor de reglas (226), para configurar el conjunto de reglas.

- 5 **9.** El sistema de la reivindicación 8, en el que la información operativa (130) comprende información sobre al menos uno de la velocidad del viento, el perfil de velocidad del viento, la temperatura de los componentes de la turbina eólica (102), el voltaje, la corriente, el convertidor, el generador, los sensores de velocidad del rotor, las vibraciones de la torre, las unidades de hardware de la turbina eólica (102) y un evento de red.
- 10 **10.** El sistema de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que la turbina eólica (102) comprende además un controlador (104) configurado para

recibir y procesar la información operativa (130) de la turbina eólica (102), y controlar el funcionamiento de la turbina eólica (102).
- 15 **11.** El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende además un ordenador de interfaz (106) configurado para recibir la información operativa (130) de la turbina eólica (102) desde el controlador (104), y enviar la información operativa (130) de la turbina eólica (102) que se va a comunicar a través de la red, en el que el ordenador de interfaz (106) se configura para recibir instrucciones para hacer funcionar la turbina eólica (102), y enviar las instrucciones para hacer funcionar la turbina eólica (102) al controlador (104).
- 20 **12.** El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11 que comprende además un servidor del parque (120) acoplado de forma operativa al ordenador de interfaz (106) y a la red, estando configurado el servidor del parque (120) para recibir y/o almacenar información operativa (130) de la turbina eólica (102), en el que el servidor del
25 parque (120) se configura para recibir instrucciones de funcionamiento para la turbina eólica (102) desde el servidor de control (220) a través de la red, y además comunicar las instrucciones de funcionamiento al ordenador de interfaz (106).
- 30 **13.** El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el módulo de configuración de reglas (226) configura el conjunto de reglas en base a las características operativas de la turbina eólica y/o en base a un análisis de fallos de la turbina eólica.
- 35 **14.** El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que el módulo de gestión de turbinas eólicas (224) que analiza la información operativa comprende determinar si un fallo se ha producido debido a una condición transitoria.
- 15.** El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, en el que el módulo de gestión de turbinas eólicas (224) que analiza la información operativa comprende identificar si se han cumplido las condiciones de seguridad de la turbina eólica.

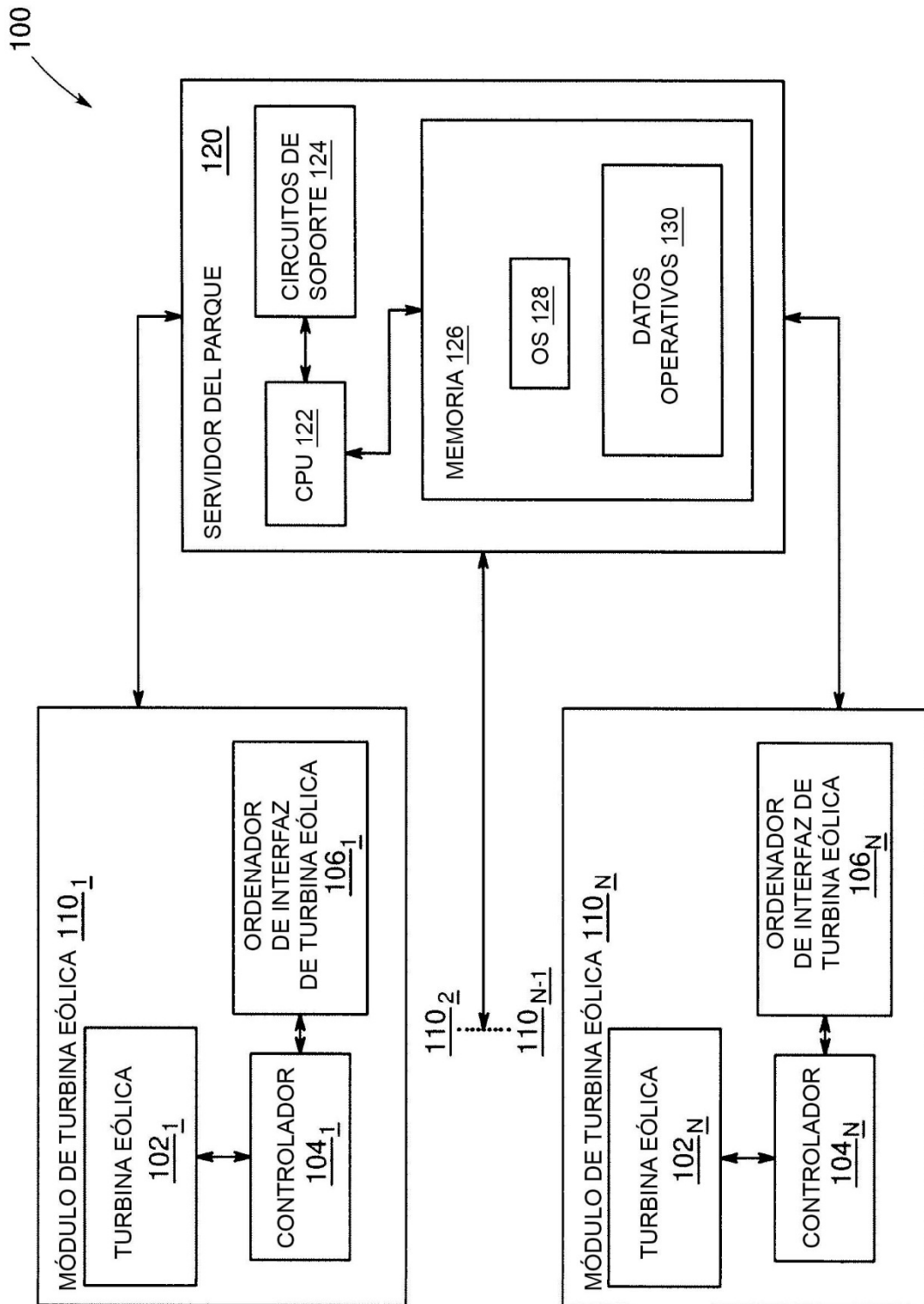


FIG. 1

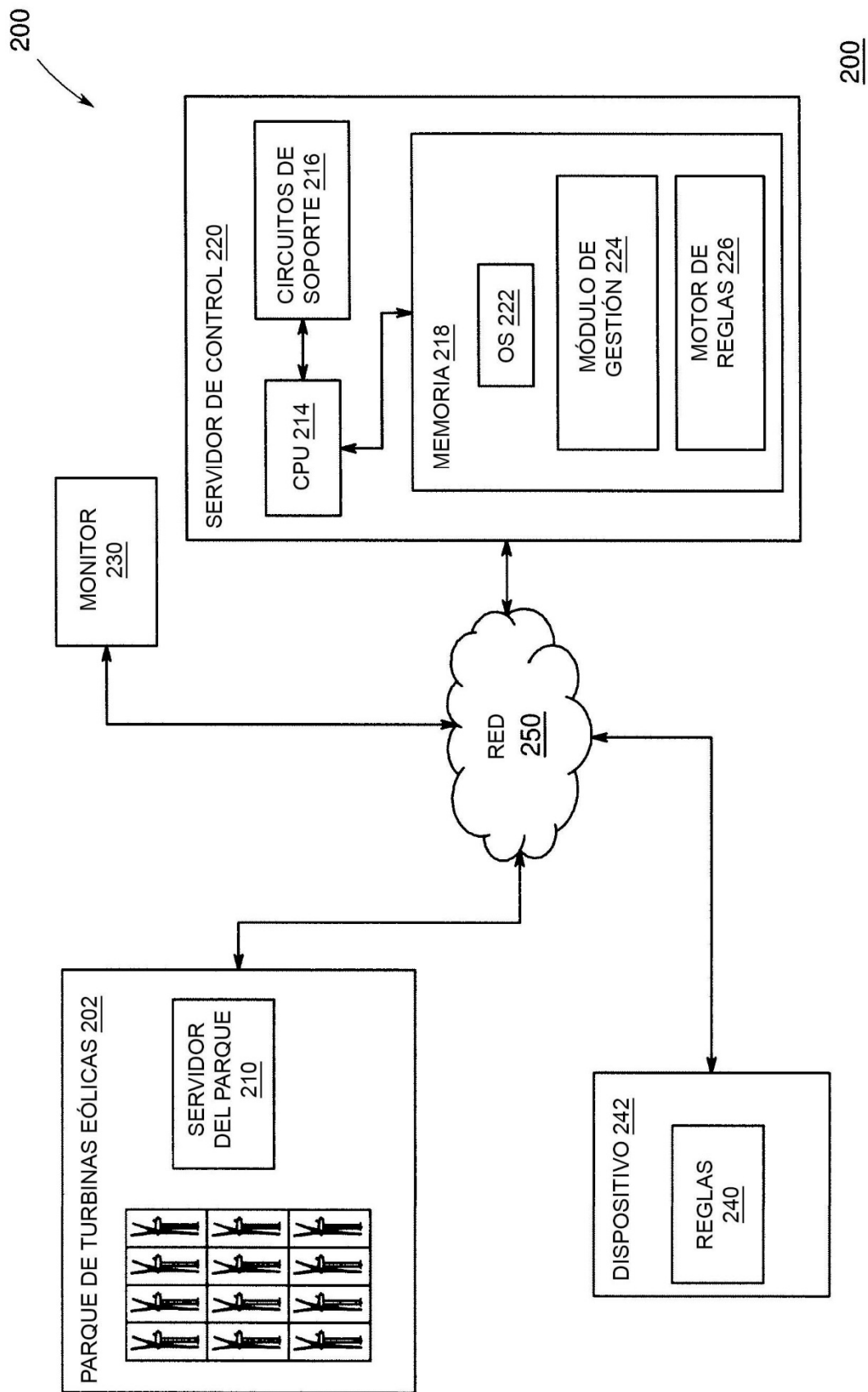


FIG. 2

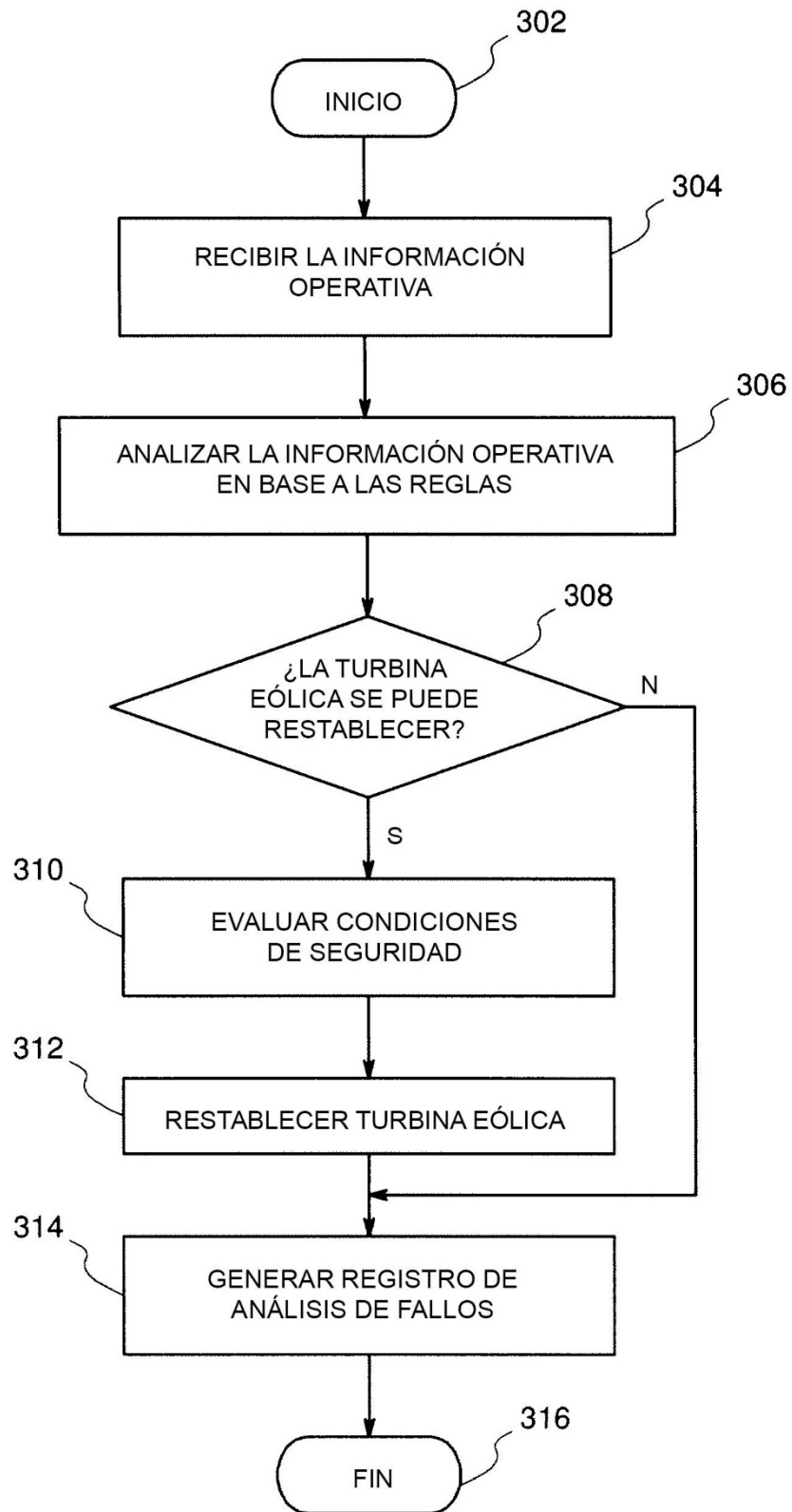


FIG. 3

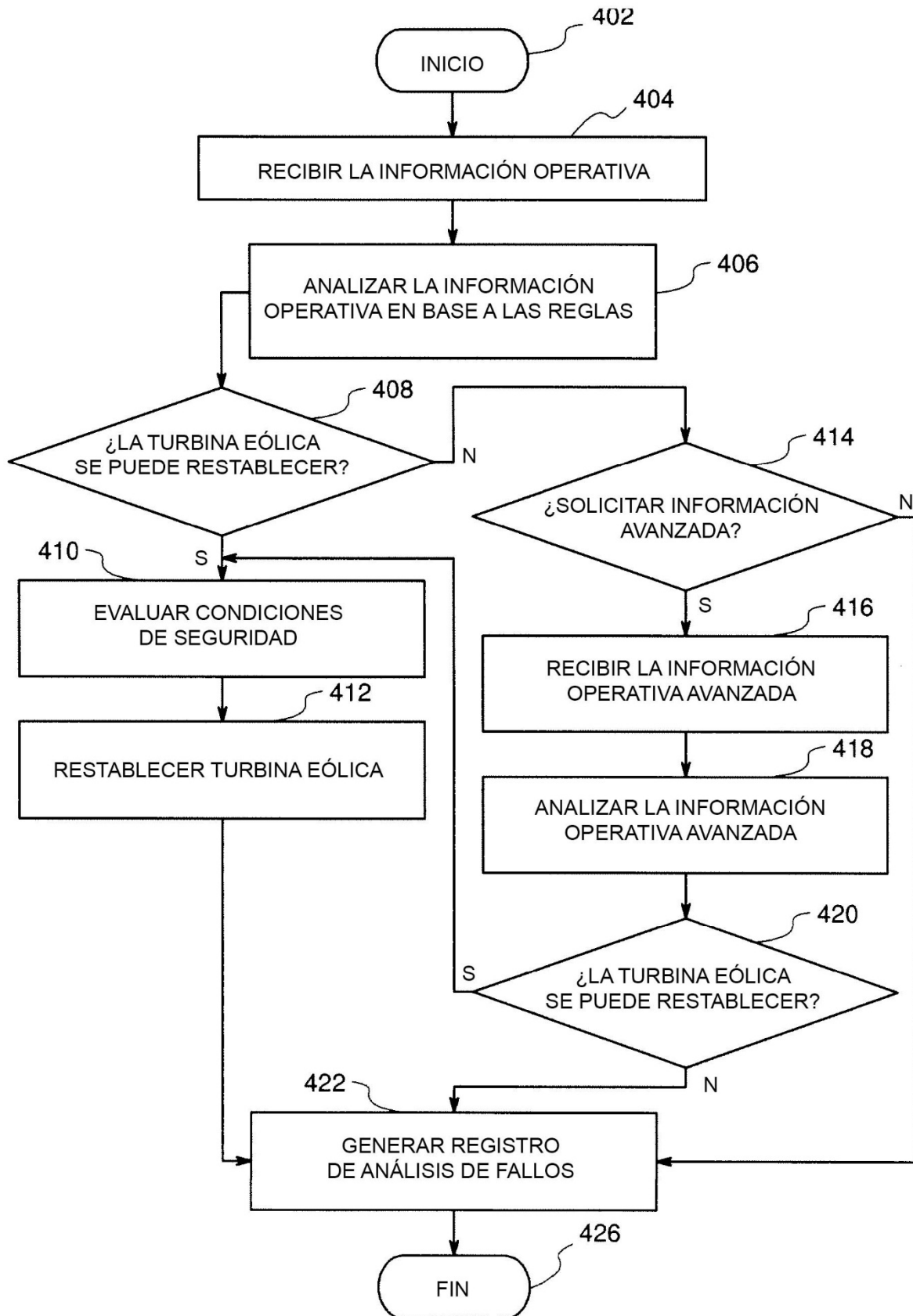


FIG. 4

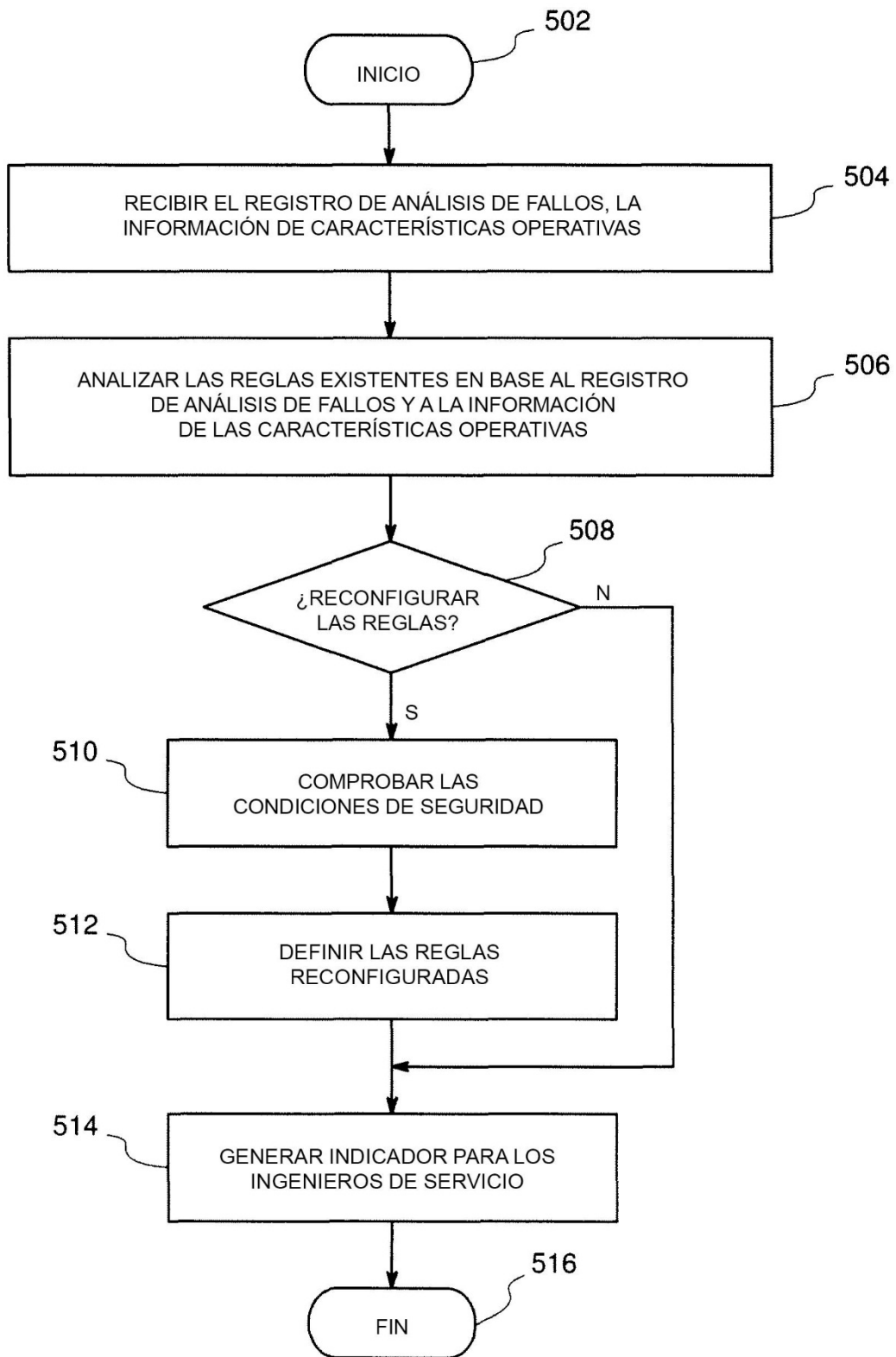


FIG. 5