(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 535 316**

(51) Int. Cl.:

F03D 11/00 (2006.01)
F03D 7/04 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)
F03D 7/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2010** **E 10173284 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2015** **EP 2290233**

(54) Título: **Sistema y procedimiento de gestión de turbinas eólicas y diagnostico mejorado**

(30) Prioridad:

28.08.2009 US 549451

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2015

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

JAMMU, VINAY BHASKAR;
MADAM, NARAYANAN URUPUNIAKAVU;
PERLA, RAMESH;
NAITHANI, NIDHI y
MORJARIA, MAHESH AMRITLAL

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 535 316 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 de gestión de turbinas eólicas y diagnostico mejorado

La invención se refiere en general a sistemas de turbinas eólicas y, más particularmente, a sistemas y procedimientos para la gestión de turbinas eólicas.

Las turbinas eólicas están ganando cada vez más importancia en el ámbito de las fuentes de generación de energía renovable. Una turbina eólica incluye generalmente un rotor eólico que tiene palas de turbina que transforman la energía eólica en movimiento de giro de un eje de accionamiento, que a su vez se utiliza para accionar un rotor de un generador eléctrico para producir potencia eléctrica. En los últimos tiempos, la tecnología de turbinas eólicas se ha aplicado en aplicaciones de generación de potencia a gran escala. Los sistemas de generación de energía eólica modernos toman, normalmente, la forma de un parque de turbinas eólicas (o parque eólicos) con múltiples de tales turbinas eólicas que son operables para suministrar potencia a un sistema de transmisión que proporciona potencia a un sistema de servicios públicos.

De los muchos desafíos que existen en el aprovechamiento de la energía eólica, uno es maximizar el rendimiento de la turbina eólica. Uno de los factores que afectan el rendimiento de la turbina eólica es el tiempo de inactividad debido a las turbinas eólicas desactivadas a causa de un fallo, o a condiciones operativas inadecuadas, tales como las condiciones ambientales, entre otros. Al detectar un fallo o condiciones inadecuadas, las turbinas eólicas se desactivan para evitar daños en las turbinas eólicas. Actualmente, se requiere la intervención humana para evaluar las causas de la desactivación de la turbina eólica y reiniciar la turbina eólica para que vuelva a operar de nuevo. En consecuencia, se experimentan largos tiempos de inactividad de la turbina eólica para que el personal capacitado evalúe, analice y restablezca o reinicie la turbina eólica desactivada.

Por lo general, los ingenieros de mantenimiento revisan los registros de fallos de la turbina desde una ubicación remota y reinicien la turbina. En ciertos casos, una inspección o revisión física de la turbina eólica puede ser necesaria para identificar la causa de un fallo, o para reiniciar la turbina eólica, en tales casos, los ingenieros de mantenimiento de campo diagnostican los fallos, corrigen la causa de fondo de un problema y, posteriormente, reinician la turbina. El proceso de revisión y reinicio para cada turbina eólica individual requiere, generalmente, un tiempo considerable de los ingenieros de mantenimiento. Además, en parques eólicos que tienen cientos o miles de turbinas eólicas, el proceso de revisión y reinicio de cada turbina eólica que está desactivada puede ser un desafío logístico, y en ciertos casos, pueden necesitar un tiempo de respuesta de los técnicos de mantenimiento, tiempo durante el que las turbinas eólicas estarán inoperativas. El tiempo de inoperación de las turbinas eólicas puede traducirse en una pérdida significativa de la productividad del parque eólico. El mantenimiento de una plantilla de varios ingenieros de mantenimiento para manejar una eventualidad de múltiples turbinas eólicas que necesitan servicio en los parques eólicos aumenta significativamente los costes de mantener al personal de servicio.

Los sistemas antes mencionados requieren que el análisis manual se realice sobre los datos de turbinas para detectar las causas fundamentales de los fallos en la turbina eólica y que las turbinas eólicas se reinicien mediante órdenes manuales del equipo de servicio, ya sea de forma remota o localmente en el sitio. Este proceso conduce a tiempos de inactividad sustantivos de las turbinas eólicas, causando pérdidas a causa de una menor productividad. Además, el mantenimiento de un personal de servicio para analizar los registros de fallos y los datos de la turbina; por consiguiente, realizar el mantenimiento de las turbinas eólicas conlleva además costes adicionales de mantenimiento. Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de gestión de turbina eólica mejorado que pueda abordar uno o más de los problemas expuestos anteriormente.

Un sistema y procedimiento de gestión de turbina eólica de acuerdo con la técnica anterior se conoce a partir del documento de US 2007/0101178.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un sistema de gestión de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 5.

De acuerdo con un aspecto, el conjunto de reglas son configurables, y se puede configurar en base a los parámetros o características operativas tales como datos históricos, datos heurísticos, datos de diseño para la turbina eólica, los factores ambientales, la configuración de la turbina eólica, entre varios otros. El sistema incluye además una red que acopla operativamente la turbina eólica y el módulo de gestión. Además, un módulo de configuración de reglas es accesible a través de la red.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento de gestión de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1. El procedimiento incluye la recepción de información de operación en las características operativas de una turbina eólica. La información de operación comprende datos de operación. La información de operación se analiza en base a un conjunto de reglas, y se realiza una determinación en cuanto a si se puede reiniciar un fallo de la turbina eólica.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento de gestión de turbina eólica. El procedimiento incluye recibir y analizar la información de operación en las características operativas de una turbina eólica. La información de operación se analiza en base a un conjunto de reglas, y se realiza una determinación en

cuanto a si se requiere información de operación avanzada. La información de operación avanzada se recibe y se analiza desde el conjunto de reglas, y se realiza una determinación en cuanto a si se puede reiniciar fallo de la turbina eólica.

Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor cuando la siguiente descripción detallada se lea con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los mismos caracteres representan partes similares en todos los dibujos, en los que:

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

La Figura 2 es una representación en diagrama de bloques de un sistema para la gestión de turbinas eólicas de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que representa las etapas implicadas en un procedimiento para la gestión de turbinas eólicas de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que representa las etapas implicadas en un procedimiento para la gestión de turbinas eólicas de acuerdo con otra realización de la invención.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que representa las etapas implicadas en un procedimiento para la configuración de las reglas, de acuerdo con otra realización de la invención.

Como se describe en detalle más adelante, diversas realizaciones de la presente invención proporcionan sistemas y procedimientos para la gestión de turbinas eólicas. Las turbinas eólicas se gestionan en base a un número de parámetros operativos de la turbina eólica y condiciones ambientales. Debido a ciertos fallos de operación, una turbina eólica se puede desactivar para salvaguardar la turbina eólica. Algunos ejemplos no limitativos de las condiciones que pueden causar la desactivación de una turbina eólica incluyen condiciones de ráfagas de viento, temperaturas en componentes mecánicos como engranajes, cojinetes y otros, que superen un valor umbral, exceso de tensión o exceso de fugas de corriente, fallos en el convertidor y en algunas otras unidades de hardware, fallos en los sensores de velocidad del rotor del generador y, vibraciones en la torre, fallo eventual en la red eléctrica. Las turbinas eólicas se pueden desactivar debido a diversas razones, entre ellas por los fallos inducidos por las condiciones operativas transitorias, condiciones ambientales inadecuadas, entre otras condiciones. Muchos casos de turbinas eólicas desactivadas se deben a un "fallo simple" o un "fallo reiniciable". Un fallo simple puede ser debido a un fallo que es de naturaleza transitoria, o en general, un fallo que produce la desactivación de la turbina eólica después de lo que las turbinas eólicas se pueden reiniciar de forma segura dentro de un intervalo de tiempo corto. Algunos ejemplos no limitantes de las condiciones operativas que inducen fallos suaves incluyen condiciones de ráfagas de viento, temperaturas en los componentes mecánicos tales como engranajes, cojinetes y otros, que superan un valor umbral, exceso de tensión o exceso de fugas de corriente, fallos en el convertidor y en algunas otras unidades de hardware, fallos en los sensores de velocidad del rotor del generador y, vibraciones en la torre, fallo eventual en la red eléctrica. El sistema incluye un conjunto de reglas para analizar la naturaleza del fallo, y determinar si el fallo se puede reiniciar. Un "fallo complicado" es un fallo que provoca la desactivación de la turbina eólica y requiere una intervención *in situ* de la turbina eólica. Los sistemas y procedimientos divulgados en la presente memoria se proporcionan para, incluyendo otras características, identificar y reiniciar automáticamente una turbina eólica desactivada en caso de fallos suaves. Adicionalmente, se generan registros de diagnóstico avanzados para que los expertos estudien y reduzcan el tiempo de resolución de la desactivación. En caso de fallos duros, 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.

La Figura 1 ilustra una representación en diagrama de bloques de un parque 100 eólico de acuerdo con una realización de la presente invención. El parque 100 eólico comprende múltiples módulos 110_1, 110_2... 110_N de turbinas eólicas, estando cada uno de los múltiples módulos 110 de turbinas eólicas acoplado en comunicación con un servidor 120 del parque. Cada uno de los módulos de turbinas eólicas, por ejemplo, el módulo 110_1 de turbina eólica comprende una turbina 102 eólica, un controlador 104, y un ordenador 106 de interfaz. El controlador 104 está configurado para recibir información de operación asociada con la turbina 102 eólica y con el módulo 110 de turbina eólica. El controlador 104 está configurado también para controlar las operaciones del módulo 110 de turbina eólica incluyendo la desactivación o reinicio de la turbina 102 eólica, entre otras. El ordenador 106 de interfaz se puede configurar para recibir datos desde el controlador 104 y actuar como una interfaz entre el controlador 104 y el servidor 120. En algunas realizaciones, el ordenador 106 de interfaz está configurado para acceder y procesar la información de operación adicional o avanzada de la turbina 110 eólica. El ordenador 106 de interfaz está configurado además para almacenar y recuperar la información avanzada o adicional del módulo 110 de turbina eólica, entre otras funciones.

El servidor 120 del parque está configurado para recibir y procesar la información de operación para cada uno de los módulos 110_1... 110_N de turbinas eólicas. El módulo 110 de turbina eólica y el servidor 120 del parque pueden estar acoplados de manera comunicativa a través de un alambre, cable, fibra óptica y similares. Sin embargo, un experto reconocería que otras formas de acoplamiento en comunicación, tal como, a través de un enlace inalámbrico

facilitado por diversos tipos de elementos de red conocidos, tales como concentradores, conmutadores, routers, y/o similares, daría lugar a igualmente válidas realizaciones de la presente invención.

En general, la turbina 102 eólica se emplea para aprovechar la energía eólica y convertir la energía eólica en otras formas útiles, por ejemplo, electricidad. En una realización, la turbina 102 eólica 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 puede después suministrarse a una red eléctrica. La turbina 102 eólica puede incluir además otros diversos componentes para soportar la funcionalidad, supervisión, mantenimiento y otras funciones de la turbina 102 eólica. Otros de tales componentes incluyen, pero no se limitan a, componentes tales como sensores, circuitos, convertidor, engranajes, cojinetes, rotores, y tales componentes no se muestran en aras de la simplicidad. El controlador 104 está configurado para supervisar y controlar todos estos componentes y la turbina 102 eólica del módulo 110 de turbina eólica.

El controlador 104 es cualquier tipo de controlador lógico programable que comprende una unidad de procesamiento central (CPU), varios circuitos de soporte y una memoria. La CPU del controlador 104 puede comprender uno o más microprocesadores o microcontroladores disponibles en el mercado que facilitan el procesamiento y almacenamiento de datos, o puede comprender un circuito de procesamiento de aplicación específica. Diversos circuitos de soporte facilitan la operación 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 sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), de almacenamiento en la unidad de disco, de almacenamiento óptico, de almacenamiento extraíble, y similares para almacenar un programa de control o para almacenar datos relativos a información de estado. El controlador 104 coopera con el ordenador 106 de interfaz para generar información 130 de operación, que puede residir en el ordenador 106 de interfaz, o en el servidor 120 del parque, o ambos. En algunas realizaciones, el controlador 104 está configurado para realizar las funciones del ordenador 106 de interfaz.

Además, el ordenador 106 de interfaz y el servidor 120 del parque son ejemplos de equipos que son generalmente conocidos en la técnica. Según se utiliza en la presente memoria, se entiende que el término "ordenador" incluirá incluir una unidad de procesamiento central (CPU) configurada para ejecutar instrucciones programables, una memoria configurada para almacenar datos que incluyen instrucciones programables, circuitos de apoyo que faciliten la operación de la CPU. La CPU puede comprender uno o más microprocesadores o microcontroladores disponibles en el mercado que facilitan el procesamiento y almacenamiento de datos disponibles. La memoria incluye una memoria de sólo lectura, memoria de acceso aleatorio, de almacenamiento en la unidad de disco, de almacenamiento óptico, de almacenamiento extraíble, y similares. Diversos circuitos de soporte facilitan la operación 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), los paquetes de software de aplicación, y la información de operación, entre otros. Los ordenadores incluyen también una entrada y salida de la interfaz para interactuar con otros ordenadores o dispositivos electrónicos. Los ordenadores pueden funcionar como servidores, clientes a un servidor, ordenadores de interfaz, sistema de almacenamiento, y pueden servir varias otras funciones. En general, diversos dispositivos pueden ser categorizados como ordenadores, y tales dispositivos incluyen un ordenador portátil, un ordenador de sobremesa, un asistente personal digital (PDA) y similares.

El ordenador 106 de interfaz almacena la información 130 de operación asociada con los componentes del módulo 110 de turbina eólica, mientras que el servidor 120 del parque está configurado para controlar la totalidad del parque 100 eólico que comprende los módulos 110_1... 110_N de turbinas eólicas individuales. El servidor 120 del parque está configurado además para enviar información de operación relacionada con los módulos 110 de turbinas eólicas individuales, y recibir instrucciones de operación de los módulos 110 de turbinas eólicas individuales. Para este fin, el servidor 120 del parque se puede comunicar con otros dispositivos, por ejemplo, a lo largo una red de comunicaciones (no mostrado). En ciertas realizaciones, el ordenador 106 de interfaz agrega toda la información de operación procedente del controlador 104. La información de operación comprende la información 130 de operación, que se puede comunicar de manera rutinaria al servidor 120 del parque por el ordenador 106.

La información 130 de operación incluye información de la turbina eólica, tal como, la información sobre los valores específicos de las características o parámetros operativos tales como los parámetros de control de referencia, mensajes de entrada, configuración del parque o del parque eólico, estado de error, incluidos los códigos de error del tiempo de desactivación al tiempo de parada, histórico de errores para los módulos de turbina eólica o componentes de los mismos, los datos paramétricos correspondientes a diversos parámetros operativos de los módulos de turbinas eólicas, la configuración de la turbina eólica, el estado de la turbina eólica, indicadores de la condición/estado, datos del sensor, entre varios otros. Los parámetros o características operativas pueden incluir también la configuración del entorno, la configuración de la turbina eólica, entre otros. Otros ejemplos no limitantes de información de operación incluyen datos sobre parámetros tales como el perfil de temperatura, velocidad del viento, el perfil de la velocidad del viento, fallos de hardware en componentes tales como convertidores, entre otros, la tensión generada, la corriente generada, precisión de los sensores tales como sensores de velocidad del rotor, vibraciones en la torre, eventos en la red eléctrica, entre varios otros parámetros asociados con uno o más componentes del módulo 110 de turbina eólica. Tal información 130 de operación se utiliza ventajosamente, de acuerdo con diversas técnicas que se describen en la presente memoria, para reiniciar automáticamente la turbina 102 eólica desactivada y/o el módulo 110 de turbina eólica desactivada. La información 130 de operación se controla

de forma rutinaria para la gestión de turbinas eólicas. Además, la información 130 de operación es un subconjunto de la información de operación recogida y/o almacenada por el controlador 104, el ordenador 106 de interfaz y el servidor 120 del parque.

La Figura 2 ilustra una representación en diagrama de bloques de un sistema 200 para la gestión de turbinas eólicas de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema 200 incluye un parque 202 de turbinas eólicas, similar al parque 100 eólico como se ha mencionado anteriormente, comprendiendo el parque 202 eólico un servidor 210 del parque. El sistema 200 comprende además un servidor 220 de control para la gestión de turbinas eólicas, un monitor 230 para acceder al servidor 220, y las reglas 240 almacenadas en un dispositivo 242. El servidor 210 del parque, el servidor 220, el monitor 230 y el dispositivo 242 están acoplados de manera comunicativa entre sí a través de una red 250. En una realización alternativa, el servidor 220, el monitor 230 y el dispositivo 242 están integrados en el servidor 210 del parque. Diversos componentes del sistema 200 se pueden disponer y/o integrar en diversas variaciones de permutación y/o combinación factible. Todas estas variaciones se les ocurrirán fácilmente a los expertos en la materia, y se incluyen dentro del ámbito y espíritu de la presente invención.

El servidor 210 del parque incluye información de operación (por ejemplo, la información 130 de operación de la Figura 1), y como tal, el servidor 210 del parque comunica la información de operación de cada uno de los módulos turbina eólica en el parque 202 eólico al servidor 220, a través de la red 250. El servidor 210 del parque se puede configurar además para recibir procesar las instrucciones de operación procedente del servidor 220, a través de la red 250, para cada uno de los módulos 110_1... 110_N de turbinas eólicas. Por ejemplo, el servidor 210 del parque está configurado para recibir información de operación de los ordenadores 106 de interfaz, y está configurado para enviar la información de operación al servidor 220 de control. El servidor 210 del parque está configurado también para recibir instrucciones de operación del servidor 220 de control.

El servidor 220 de control es un ordenador, tal como los conocidos generalmente en la técnica. El servidor 220 de control incluye una CPU 214, circuitos 216 de soporte y una memoria 218. La memoria 218 incluye un sistema 222 operativo y diversos paquetes de software, como un módulo 224 de gestión configurado para gestionar las turbinas eólicas en el parque 202 eólico, por ejemplo, proporcionando mensajes de salida de supervisión, instrucciones de auto-reinicio, recomendaciones diagnósticas, entre otras funciones. La memoria 218 incluye, además, un motor 226 de reglas para la configuración de las reglas 240, por ejemplo en base a las condiciones operativas de la turbina eólica y/o análisis de fallos de la turbina eólica. En ciertas realizaciones, el servidor 210 del parque es un módulo de sistema de control y adquisición de datos (SCADA), que se ejecuta en, por ejemplo, en plataformas Win NT, Visupro, o MarK Series, entre varios otros conocidos en la técnica.

El monitor 230 es un ordenador, tal como los conocidos generalmente en la técnica. Generalmente, el monitor 230 se puede utilizar 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 el personal de mantenimiento en el sitio o los expertos de turbinas eólicas para realizar las operaciones en un parque eólico o en múltiples parques eólicos.

El personal de servicio puede dar la orden de reiniciar una turbina eólica particular a través del servidor 220 mediante el envío de instrucciones de reinicio través de la red 250, a un controlador (por ejemplo, el controlador 104 de la Figura 1) de esa turbina eólica particular. En una o más realizaciones, el personal de servicio puede aconsejar actividades de mantenimiento físico y/o tomar otras acciones correctivas en caso de posibles fallos en las turbinas eólicas.

El módulo 224 de gestión incluye el código de software (por ejemplo, instrucciones ejecutables por procesador) que cuando se ejecutan, se configura para analizar la información de operación y determinar el fallo dentro de la turbina eólica. El módulo 224 de gestión está configurado para recibir y procesar la información de operación, para determinar si una turbina eólica desactivada se puede reiniciar automáticamente y, además, proporcionar instrucciones para reiniciar una turbina eólica desactivada. El módulo 224 de gestión está configurado también para proporcionar diagnósticos mejorados de una turbina eólica desactivada o que presenta fallos al personal de servicio.

El módulo 224 de gestión está configurado además para analizar la información de operación con respecto a las reglas relativas a la operación de las turbinas eólicas, por ejemplo, las reglas 240 que son accesibles para el módulo 224 de gestión través de la red 250. En la realización ilustrada en la Figura 2, las reglas 240 están comprendidas en un dispositivo 242 acoplado en comunicación con la red 250. Sin embargo, un experto reconocería que otras disposiciones de reglas 240, tales como mantener las reglas 240 en el servidor 220 de control, o en cualquier otro dispositivo en la red 250 darían lugar a realizaciones igualmente válidas de la presente invención.

De acuerdo con diversas realizaciones, las reglas 240 se utilizan por el módulo 224 de gestión para analizar y determinar el fallo dentro de la turbina eólica. Por ejemplo, las reglas 240 pueden especificar un intervalo seguro de valor umbral de las temperaturas de los distintos componentes o regiones de la turbina eólica, la frecuencia de ocurrencia de errores de acuerdo con los que una turbina eólica desactivada se puede poner en operación. Más específicamente, si la temperatura de la caja de engranajes atraviesa un límite umbral superior, la turbina 102 eólica se puede dañar o puede dejar de funcionar. En consecuencia, el controlador 104 se configura para desactivar la turbina 102 eólica. Sin embargo, se ha determinado que ventajosamente la turbina eólica que se desactiva debido al cruce de los umbrales de temperatura en la caja de engranajes y los cojinetes se puede reiniciar de manera segura

una vez que la temperatura pasa a estar por debajo del límite de seguridad predeterminado. Las reglas 240 especifican tales límites de seguridad o los valores umbral de temperatura, y otros conocimientos sobre los umbrales de temperatura y otros parámetros relacionados con la operación de las turbinas eólicas, el impacto de las condiciones operativas, entre otros factores. De acuerdo con un aspecto, el conjunto de reglas es configurable, y se puede configurar en base a la información de operación, tal como datos históricos, datos heurísticos, datos de diseño de la turbina eólica, factores ambientales, configuración de la turbina eólica, entre varios otros. Por ejemplo, las reglas se pueden configurar para incluir el conocimiento de diversas condiciones que deben cumplirse para el reinicio automático de la turbina eólica, para generar información de diagnóstico relacionada con las condiciones de componentes, parámetro de referencia no coincidentes y los mensajes de advertencia (transmitidos al ingeniero de mantenimiento con antelación, por ejemplo, días antes del siguiente ciclo de mantenimiento). Como otro ejemplo, las reglas 240 podrán especificar el límite inferior y superior de los parámetros eléctricos aceptables tales como tensión y corriente. Por consiguiente, si la turbina eólica se desactiva debido a la tensión y/o los niveles de corriente en los circuitos de turbinas eólicas que cruzan un valor umbral particular, el módulo 224 de gestión consulta las reglas 240 y supervisa la turbina eólica para determinar si los niveles de tensión y/o corriente se han estabilizado dentro de los umbrales superior e inferior aceptables. Se ha observado ventajosamente que generalmente, los valores de tensión y/o corriente se estabilizan dentro de los umbrales superior e inferior dentro de una corta duración después de un comportamiento transitorio.

Si bien sólo unos pocos ejemplos se han mencionado anteriormente, se aprecia aquí que el módulo 224 de gestión está configurado para analizar la información de operación de la turbina eólica en vista de las reglas 240. El módulo 224 de gestión está configurado además para determinar, después de un intervalo de tiempo de una turbina eólica que se ha desactivado, si los parámetros operativos de la turbina eólica desactivada están dentro de los intervalos permisibles de valores umbral. En caso de que los parámetros operativos se hayan estabilizado dentro de los valores umbral correspondientes, el módulo 224 de gestión se configura para reiniciar la turbina eólica (por ejemplo, la turbina 102 eólica) instruyendo al controlador 104. El intervalo de tiempo, de acuerdo con ciertas realizaciones, varía de aproximadamente un pocos segundos a unos pocos minutos, dependiendo de la naturaleza del fallo.

En ocasiones, la información de operación puede ser insuficiente para realizar el análisis. Como tal, el módulo 224 de gestión puede solicitar información de operación avanzada, procedente del módulo de la turbina eólica (por ejemplo, el módulo 110 de turbina eólica de la Figura 1). La información de operación avanzada es mejor y superior a la información de operación recibida rutinariamente por el módulo 224 de gestión. El servidor 210 del parque, a su vez, comunica la solicitud a un ordenador (por ejemplo, el ordenador 106 de la Figura 1) del módulo de turbina eólica. Como se ha descrito, el ordenador 106 agrega información de operación extensa, a partir de la que la información de operación de rutina se comunica al servidor 220 de control. En base a la solicitud de información de operación avanzada, el ordenador 106 se configura para comunicar la información de operación avanzada al servidor 220 de control. En ciertas realizaciones, el ordenador 106 puede, en base a la solicitud del módulo 224 de gestión, extraer información de operación avanzada del módulo de la turbina eólica, tal como las condiciones operativas y ambientales reales, por ejemplo, la velocidad del viento actual, los datos de ráfagas de viento, y similares. La información de operación adicional o avanzada se proporciona el módulo 224 de gestión para hacer una evaluación mejorada de las condiciones prevalecientes en el módulo 110 de turbina eólica.

Por ejemplo, el módulo 224 de gestión puede determinar que una turbina eólica se ha desactivado porque el perfil de velocidad del viento ha cruzado un umbral predefinido, debido a una ráfaga de viento. El módulo 224 de gestión, en tales condiciones, puede continuar supervisando el perfil de velocidad del viento actual para determinar el momento en que el perfil de la velocidad del viento está dentro de los umbrales aceptables. Además, el módulo 224 de gestión puede solicitar datos que indiquen si se ha originado algún daño en la turbina eólica o en otros componentes asociados por la ráfaga de viento que provocó la desactivación de la turbina eólica. Otro ejemplo está relacionado con la corriente asimétrica del generador, en la que se desactiva la turbina si la corriente asimétrica se encuentra en cualquiera de las fases del generador. En tales casos, el módulo 224 de gestión comprueba si el parámetro umbral que indica el límite de corriente asimétrica del generador, se establece correctamente en la turbina. Si el parámetro se establece en un valor incorrecto, el módulo 224 de gestión da un mensaje de diagnóstico que indica que el umbral de corriente asimétrica del generador se establece en un valor incorrecto, e instruye a que el umbral se cambie al valor correcto. En una etapa siguiente, utilizando mediciones de corriente instantánea en las fases del generador, el módulo 224 de gestión determina cuál fase es defectuosa. Adicionalmente, el módulo 224 de gestión verifica si el fallo se originó dentro de un número permisible de veces, limitado por un límite de frecuencia predefinido. Si el fallo se ha producido un número permisible de veces, el módulo 224 de gestión envía una orden de reinicio automático para reiniciar la turbina. Si el fallo se ha producido más del número admisible, el módulo 224 de gestión genera una petición de servicio para un ingeniero de mantenimiento.

Como otro ejemplo, el módulo 224 de gestión puede determinar que un sistema eléctrico se ha desactivado debido a un aumento en la tensión y/o la corriente en los circuitos. El módulo 224 de gestión puede continuar el seguimiento de la información de operación para identificar cuando los valores de tensión y/o corriente se han estabilizado dentro de los límites umbral correspondientes. En el caso, se identifica que los valores de tensión y/o corriente no se han estabilizado en intervalos esperados, o, en cualquier caso, son anormales, el módulo 224 de gestión puede solicitar información de operación avanzada para determinar las causas de la anormalidad. Por ejemplo, mediante el uso de información adicional, el módulo 224 de gestión comprueba, en relación con las reglas 240 que ciertos componentes del circuito pueden estar funcionando mal, causando la anomalía. En tales casos, el módulo 224 de gestión

comunica una advertencia y/o un registro de diagnóstico detallado para que el experto realice acciones correctivas.

En diversos casos, un diagnóstico mejorado de las condiciones operativas de la turbina eólica, como se ha descrito anteriormente, permite un reinicio automático de la turbina 102 eólica en casos en los que anteriormente no ha sido posible un reinicio automático que. En otros casos, un registro de fallos detallado se genera para el personal capacitado, lo que reduce considerablemente la carga de tiempo de análisis sobre el personal, y por lo tanto, reduce el tiempo medio para volver a prestar servicio a las turbinas eólicas.

De acuerdo con una realización de la presente invención, un procedimiento para la gestión de una turbina eólica comprende recibir información de operación de una turbina eólica. La información de operación se analiza en base a un conjunto de reglas. En caso de que se haya desactivado una turbina eólica, el análisis determina si la desactivación de la turbina eólica se puede reiniciar, es decir, si el fallo que causa la desactivación es un fallo simple o un fallo complicado.

De acuerdo con otra realización de la invención, un procedimiento para la gestión de una turbina eólica comprende recibir información de operación de una turbina eólica. La información de operación se analiza en base a un conjunto de reglas. En ciertas realizaciones, se puede determinar por el análisis de la información de operación recibida normalmente que la información de operación avanzada se requiere aquí para analizar el rendimiento y/o fallos de turbina eólica. En tales casos, la información de operación avanzada se recupera de la turbina eólica, en base al análisis inicial de la información de operación recibida de forma rutinaria. La información de operación avanzada se recibe y utiliza después para la realización de un análisis de diagnóstico mejorado de la turbina eólica. Este proceso de recepción de información de operación avanzada puede ser reiterado según se requiera. De acuerdo con diversas realizaciones, la información de operación avanzada incluye los datos del sensor de la turbina eólica hasta la desactivación. En ciertas otras realizaciones, la información de operación avanzada incluye además datos de sensor después de que la turbina eólica se ha desactivado. El análisis de diagnóstico mejorado es útil para determinar si la desactivación de la turbina eólica se puede reiniciar.

Si se determina que un fallo reiniciable, la turbina eólica se reinicia. Si, sin embargo, el fallo no se puede reiniciar, se genera un informe de diagnóstico detallado para su posterior análisis manual, por ejemplo, por el personal de servicio.

Haciendo referencia ahora a la Figura 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 102 eólica. El procedimiento 300 se puede implementar por un módulo de gestión (por ejemplo, el módulo 224 de gestión de la Figura 2) residente en el servidor 220. El módulo 224 de gestión procesa la información de operación (por ejemplo, la información 130 de operación de la Figura 1) de la turbina 102 eólica para proporcionar un reinicio automático de la turbina eólica desactivada. Se aprecia aquí que, si bien las realizaciones del procedimiento descritas en la presente memoria se pueden referir a elementos de la Figura 1 y la Figura 2, tales realizaciones no se limitan a los elementos del sistema de la Figura 1 y la Figura 2.

El procedimiento 300 comienza en la etapa 302 y procede a la etapa 304 en la que se recibe la información de operación de la turbina eólica. En una realización, un servidor de control (por ejemplo, el servidor 220 de control de la Figura 2) recibe la información de operación de la turbina eólica de un servidor del parque (por ejemplo, el servidor 120 del parque de la Figura 1 y el servidor 210 del parque de la Figura 2).

Por ejemplo, un error de tensión de línea puede ocurrir dentro de la turbina eólica, debido a que se ha desactivado la turbina eólica. En general, el error de tensión de línea puede ocurrir debido a una salida de relé defectuoso, error de tensión de red eléctrica y/o similares. En consecuencia, el módulo 224 de gestión recibe la información de operación tal como, la frecuencia de la ocurrencia del fallo, una o más tensiones consecutivas después del tiempo de desactivación de la turbina eólica, entre otra información de operación.

En la etapa 306, la información de operación se analiza con respecto a las reglas, por ejemplo, las reglas 240 de la Figura 2. En una realización, el módulo 224 de gestión analiza la información 130 de operación de los módulos 110 de turbinas eólicas para determinar si el fallo que provocado que la turbina eólica se desactive se puede reiniciar. Para saber si el fallo se puede reiniciar, la información de operación se compara con respecto a las reglas.

De acuerdo con una realización, en el ejemplo de fallo en la tensión de línea, las reglas están configuradas para definir que la turbina eólica se debe reiniciar automáticamente después de la desactivación, la frecuencia de ocurrencia del fallo de tensión de línea debe ser de menos de diez casos en las últimas veinticuatro horas y/o de menos de veinte casos en los últimos siete días. En otra realización, las reglas configuradas definen que las tres tensiones consecutivas desde el tiempo transcurrido desde la turbina eólica se ha desactivado debe estar en el intervalo de 200 voltios y 400 voltios.

De acuerdo con ciertas realizaciones, el módulo 224 de gestión analiza la información de operación recibida con las reglas definidas para un fallo correspondiente que ha provocado que la turbina eólica se desactive. En otras palabras, el módulo 224 de gestión analiza si la información de operación de la turbina eólica desactivada se encuentra dentro de los límites umbral establecidos en las reglas correspondientes al fallo que ha provocado que la turbina eólica se desactive. Si la información de operación indica que los parámetros operativos se encuentran

dentro de los límites umbral, el fallo se identifica como que se puede reiniciar. De acuerdo con una realización, los fallos que no han ocurrido con frecuencia, y la magnitud de tales defectos está dentro de un límite de tolerancia predeterminado son típicamente fallos que se pueden reiniciar. Si, sin embargo, la información de operación indica que los parámetros operativos de la turbina eólica han incumplido los límites umbral correspondientes a un fallo particular o a la frecuencia con la que se han producido tales fallos, la turbina eólica no se reinicia. De acuerdo con ciertas realizaciones, una solicitud para cambiar el parámetro operativo a un valor correcto se envía al equipo de servicio.

Específicamente, en la etapa 308, se realiza una determinación en cuanto a 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 pasa a la etapa 314. Si en la etapa 308, se determina que el fallo se puede reiniciar (opción "SÍ"), entonces el procedimiento 300 pasa a la etapa 310. En la etapa 310, se evalúan las condiciones de seguridad para operar la turbina eólica. Si las condiciones de seguridad son satisfechas, la turbina eólica se reinicia en la etapa 312, de tal manera que la turbina eólica se pone en funcionamiento. En una realización, el módulo de gestión puede proporcionar una instrucción a un controlador (por ejemplo, el microcontrolador 106 de la Figura 1) de la turbina eólica, para reiniciar la turbina eólica. El procedimiento 300 pasa a la etapa 314.

En la etapa 314, se genera un registro de diagnóstico de análisis de fallos. El registro se puede utilizar por un experto, o personal de servicio. De acuerdo con una realización, se genera un informe de diagnóstico detallado sobre la turbina eólica, y se alerta al personal de servicio.

En una realización, el módulo de gestión alerta al experto en relación con el fallo de la turbina eólica. Por ejemplo, si la frecuencia de la ocurrencia del fallo de tensión de línea mencionado anteriormente es mayor que los límites definidos dentro de las reglas (frecuencia > = seis en últimos siete días), se determina que el fallo que hace que la turbina eólica se desactive no se puede reiniciar. En consecuencia, el módulo de gestión alerta al experto en relación con el fallo de la turbina eólica, proporcionándole, además, al experto un registro de diagnóstico de los parámetros operativos relacionados con el fallo. En otra realización, el experto analiza el fallo de la turbina eólica. El procedimiento 300 termina en la etapa 316.

De acuerdo con diversas realizaciones del procedimiento 300, la información de operación se recibe para el seguimiento de diversos fallos debido a los que una turbina eólica se puede desactivar. Por ejemplo, para las desactivaciones debido a tormenta/ráfagas de viento se generan una vez que la pendiente del perfil de la velocidad del viento atraviesa un umbral predefinido. Las desactivaciones debido a tales fenómenos se pueden reiniciar una vez que el viento se vuelve constante y la velocidad media del viento está por debajo de un umbral de seguridad predeterminado. De acuerdo con una realización, las reglas se configuran para definir el umbral de velocidad media del viento en 5m/s. En otras realizaciones, las reglas se configuran para definir el umbral promedio de velocidad del viento en 8m/s. Como veremos más adelante, las reglas se pueden configurar en base a diversos factores de configuración de operación incluida la información de operación, las condiciones ambientales, la configuración del parque eólico, la configuración de la turbina, entre otras, las reglas establecen diferentes valores umbral para diferentes configuraciones operativas.

Como se ha mencionado, la turbina eólica se puede desactivar debido a una temperatura en la caja de engranajes y cojinetes que atraviesa 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 caso de fallos que hacen que la turbina eólica se reinicie está relacionado con el convertidor y otras unidades de hardware similares del módulo de turbina eólica. De acuerdo con una realización, la turbina eólica se puede reiniciar, por ejemplo, si la frecuencia de ocurrencia de tales fallos en un periodo determinado (1 hora/1 día/1 semana/1 mes) no excede el valor umbral pre-decidido para ese período. Los fallos en el generador y en los sensores de velocidad del rotor pueden también hacer que la turbina eólica se desactive. Para las desactivaciones debido a tales defectos, de acuerdo con una realización, los sensores de velocidad se comprueban para un error porcentual permisible, y si la diferencia entre los sensores de velocidad está por debajo de un valor umbral predeterminado, la turbina se puede reiniciar. Además, la turbina eólica se puede desactivar debido a vibraciones en la torre de la turbina eólica. La turbina eólica se puede desactivar también en el caso de un evento en la red, tal como un fallo de la red eléctrica, o que la red se desactiva, entre otros. De acuerdo con una realización, la turbina eólica se puede reiniciar después de que se reinicie la red eléctrica, y haya transcurrido un tiempo suficiente.

Fallos como los descritos anteriormente, y diversos otros fallos del módulo de turbina eólica y los correspondientes valores umbral se les ocurrirán fácilmente a los expertos en la materia. Las diversas técnicas descritas en la presente memoria se configuran para proporcionar información de operación relacionada con tales defectos y proporcionar un reinicio automático de la turbina eólica, y todas estas variaciones se encuentran dentro del ámbito y espíritu de la presente invención.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que representa las etapas implicadas en un procedimiento para reiniciar automáticamente una turbina eólica de acuerdo con otra realización de la presente invención. El procedimiento 400 comienza en la etapa 402 y pasa a la etapa 404 en la que se recibe la información de operación de la turbina eólica. En una realización, un servidor de control (por ejemplo, el servidor 220 de control de la Figura 2) recibe la información de operación de la turbina eólica de un servidor del parque (por ejemplo, el servidor 104 del parque de la

Figura 1 o el servidor 210 del parque de la Figura 2).

En la etapa 406, la información de operación se analiza con respecto a las reglas (por ejemplo, las reglas 240 de la Figura 2). El análisis de la información de operación puede revelar si el fallo que ha provocado que la turbina eólica se desactive es un fallo reiniciable. El análisis de la información de operación con respecto a las reglas puede determinar además si se tiene que solicitar información de operación avanzada de la turbina eólica, para el posterior análisis del fallo que ha provocado que la turbina eólica se desactive, y/o el reinicio de la turbina eólica desactivada.

En la etapa 408, se realiza una determinación en cuanto a si el fallo se puede reiniciar. Si se determina que el fallo se puede reiniciar (opción "SÍ"), el procedimiento 400 pasa a la etapa 410. En la etapa 410, se evalúan las condiciones de seguridad para hacer que la turbina eólica entre en funcionamiento. Si las condiciones de seguridad son satisfechas, la turbina eólica se pone en funcionamiento en la etapa 412. Si, en cambio, en la etapa 408, se determina que el fallo no se puede reiniciar (opción "NO"), el procedimiento 400 pasa a la etapa 414.

En la etapa 414, se realiza una determinación de si se tiene que solicitar información de operación avanzada para analizar más a fondo, el fallo que ha provocado que la turbina eólica se desactive. Se puede determinar que la información de operación avanzada también puede ser necesaria para reiniciar la turbina eólica desactivada.

Si en la etapa 414, se determina que no se tiene que solicitar información de operación avanzada (opción "NO"), el procedimiento 400 avanza hasta la etapa 422. En ciertos casos, por ejemplo, se puede determinar que el fallo que ha provocado que la turbina eólica se desactive es un fallo que no se puede reiniciar sin la intervención adecuada por el personal de servicio. En tales casos, el procedimiento 400 genera un mayor registro de análisis de fallos de diagnóstico en la etapa 422. El diagnóstico de registro de análisis de fallos mejorado se puede utilizar por el personal de servicio para identificar la naturaleza del fallo y planificar una acción correctiva apropiada, de manera ventajosa, en un corto tiempo de respuesta.

Sin embargo, si en la etapa 414, se determina que se tiene que solicitar información de operación avanzada (opción "SI"), el procedimiento 400 pasa a la etapa 416, en la que la información de operación avanzada se recibe. En la etapa 418, la información de operación avanzada se analiza en base a las reglas. El análisis en la etapa 418 determina si se puede reiniciar el fallo que ha provocado que la turbina eólica se desactive.

En consecuencia, se hace una determinación en la etapa 420, en cuanto a si la turbina eólica se puede reiniciar. Si se determina que la turbina eólica no se puede reiniciar (opción "NO"), entonces el procedimiento 400 pasa a 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 pasa a la etapa 410, en la que se evalúan las condiciones de seguridad para poner en funcionamiento la turbina eólica. Si se cumplen las condiciones de seguridad para poner en funcionamiento la turbina eólica en la etapa 410, el procedimiento pasa a la etapa 412, en la que la turbina eólica se reinicia para reanudar su operación. El procedimiento 400 pasa después a la etapa 422 en la que se genera un registro de fallos de diagnóstico mejorado. En una realización, el módulo de gestión alerta al experto en relación con el fallo de la turbina eólica. El procedimiento 400 termina en la etapa 426.

Con respecto al procedimiento 400, de acuerdo con una realización, el módulo 224 de gestión analiza la información de operación de la turbina eólica. Por ejemplo, una turbina eólica, la turbina 102 eólica, se puede desactivar debido a un fallo de temperatura en la caja de engranajes y/o en los cojinetes de la turbina eólica. En general, se puede producir el fallo de temperatura si la temperatura de la turbina 102 eólica atraviesa un valor umbral de temperatura particular. En tal condición, el módulo de gestión analiza la información 130 de operación en relación con la temperatura de la caja de engranajes y/o cojinetes de la turbina eólica 130 con respecto a las reglas. En esta realización, la información 130 de operación puede no ser suficiente para determinar en cuanto a si la turbina eólica se puede reiniciar. De acuerdo con ello, el módulo 224 de gestión determina si la información 130 de operación recibida es suficiente para reiniciar la turbina 102 eólica desactivada. La determinación de si la información de operación es suficiente o si se requiere información de operación avanzada se basa en el análisis del fallo que ha provocado que la turbina eólica se desactive, la información 130 de operación recibida y las reglas 240.

De acuerdo con una realización de la invención, las reglas se pueden configurar. Como se ha descrito, las reglas se configuran en base a diversos factores de configuración operativos, incluyendo, pero no limitados a la información de operación de la turbina eólica, las condiciones ambientales, configuración del parque, la configuración de la turbina eólica, entre otros. Las reglas se configuran para determinar los valores umbral de acuerdo con diversos factores de configuración de operación.

La Figura 5 ilustra un procedimiento 500 para la configuración de reglas en base a la configuración de operación de la turbina eólica. Como se ha mencionado, la configuración de operación de la turbina eólica comprende diversos factores, incluyendo pero no limitados a, la información de operación de la turbina eólica, el histórico de desactivaciones y reinicios de la turbina eólica, información de diseño de la turbina eólica, configuración del parque, la configuración de la turbina eólica, condiciones del entorno, y las condiciones o factores que afectan el bienestar operativo de la turbina eólica y/o del parque eólico. El procedimiento 500 comienza en la etapa 502, y pasa a la etapa 504 en la que se obtiene la información de configuración de operación y/o 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 operación.

De acuerdo con una realización, en la etapa 506 los registros de análisis de fallos y la configuración de operación se comparan para evaluar si las reglas (incluyendo parámetros umbral) necesitan reconfigurarse para la configuración de operación actual de la turbina eólica. De acuerdo con una realización, el análisis puede indicar que un error particular que hace que la turbina eólica se desactive se está produciendo debido a un valor umbral que es bajo para la configuración de operación de la turbina eólica. Por ejemplo, se puede determinar que en algunas regiones geográficas el ambiente es particularmente ventoso, y la frecuencia de desactivación de turbinas eólicas debido a ráfagas de viento es mayor que en otras regiones geográficas. En otros casos, se puede determinar que en determinados períodos del año hay más viento que en otras estaciones de la misma región geográfica. En tales casos, si el umbral de la frecuencia de desactivación de la turbina eólica dentro de un intervalo de tiempo particular está configurado de acuerdo con la región geográfica comparativamente menos ventosa (temporada con menos viento), la turbina eólica se desactivará más que la frecuencia umbral en el caso de regiones geográficas ventosas (o temporadas ventosas). En tales casos, por lo tanto, la turbina eólica no se reiniciará automáticamente, a pesar de que las condiciones son favorables para el reinicio y/o que el fallo se pueda reiniciar. En base a tal análisis, se puede determinar que la frecuencia umbral y otras reglas necesitan reconfigurarse de acuerdo con el análisis del registro de análisis de fallos y la información de configuración de operación de la turbina eólica. En esta etapa, un conjunto de reglas reconfiguradas potenciales se puede definir de acuerdo con el análisis.

Por consiguiente, en la etapa 508, se realiza una determinación en la etapa en cuanto a si las reglas se deben reconfigurar. Si se determina que las reglas no se tienen que reconfigurar, (opción "NO"), entonces el procedimiento 500 pasa a la etapa 514. Si en la etapa 508, sin embargo, se determina que las reglas se tienen que reconfigurar (opción " SÍ "), el procedimiento 500 pasa a la etapa 510, en la que se evalúan las condiciones de seguridad para poner en funcionamiento la turbina eólica. Si las condiciones de seguridad se cumplen de acuerdo con las reglas reconfiguradas potenciales, en la etapa 512 las reglas reconfiguradas potenciales se definen como las nuevas reglas existentes. En una realización, el módulo 224 de gestión puede actualizar las reglas (por ejemplo, las reglas 240 de la Figura 2) de la turbina eólica. El procedimiento 500 pasa a la etapa 514. En la etapa 514, se genera un indicador para los ingenieros de mantenimiento, y el indicador puede incluir un registro de fallos de diagnóstico mejorado que comprende los detalles del análisis en la etapa 506, y/o la definición de las reglas de acuerdo con la etapa 512.

Ventajosamente, las reglas se pueden configurar fácilmente para dar cabida al aprendizaje adicional del campo, es decir, el aprendizaje sobre la información de operación, las condiciones ambientales, configuraciones del parque y de la turbina, y similares. En consecuencia, si bien algunos valores umbral específicos se han descrito como ejemplos, los expertos en la materia apreciarán fácilmente que diversas realizaciones como se ha mencionado, proporcionan la aplicación de reglas que se pueden configurar de acuerdo con la configuración de operación, para determinar si una turbina se puede reiniciar. Además, de acuerdo con algunas realizaciones, el ingeniero/equipo de mantenimiento configura (o reconfigura) las reglas en base a la información de operación de la turbina eólica. Las reglas reconfiguradas se pueden implantar durante un período de prueba, actualizarse, reconfigurarse, y después incorporarse como reglas existentes definidas en el sistema 200 de gestión de la turbina eólica.

La características operativas/de operación o los parámetros operativas/de operación se refieren generalmente a características/parámetros de la turbina eólica, la configuración de la turbina eólica, configuración del parque, las condiciones ambientales, entre la información referente a diversos otros parámetros pertinentes a la operación de un parque eólico. Las expresiones "información de operación" e "información de operación avanzada (o adicional)" incluye información de operación de las distintas características operativas/parámetros operativos de la turbina eólica, y los datos de cualquier otra configuración operativa pertinente a la operación de la turbina eólica.

Los expertos en la materia apreciarán que aunque diversas realizaciones divulgadas en la presente memoria se han descrito con respecto al entorno ilustrado por la Figura 1 y la Figura 2, tales realizaciones no se limitan a las disposiciones ilustradas en la Figura 1 y en la Figura 2. Por ejemplo, en una realización, el servidor 210 del parque y el servidor 220 de control pueden ser un único equipo. En otras realizaciones, las reglas 240 pueden residir en el servidor 220 de control. En otras realizaciones adicionales, el monitor 230 puede no incluirse, y el personal de servicio puede acceder al servidor 220 de control directamente. En otras realizaciones, el módulo 224 de gestión comprende la funcionalidad del motor 226 de reglas. En otras realizaciones contempladas, el motor 226 de reglas puede residir en el dispositivo 242. Se contempla además en ciertas realizaciones que el ordenador 106 de interfaz también puede proporcionar la funcionalidad del monitor 230, y viceversa. Estas y otras variaciones obvias de los diversos componentes y/o funciones informáticas como se ha desvelado en la presente memoria serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia, y todas estas variaciones están incluidas dentro del ámbito y espíritu de la presente invención.

Además, se aprecia aquí que el término "red" como se ha descrito en la presente memoria incluye toda la red de comunicaciones capaz de comunicar datos a los dispositivos acoplados en comunicación con la red. Ejemplos no limitantes de tal red de comunicaciones incluyen redes de área local, redes de aplicación específicas, redes de almacenamiento, Internet, redes en los canales de comunicación incluyendo las redes PSTN, CDM, GSM, entre otras.

Las diversas realizaciones divulgadas en la presente memoria ofrecen diversas 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 remediar los fallos en turbinas eólicas en mucho menos tiempo. Además, la generación de registros de diagnóstico mejorados reduce el número del personal requerido para la gestión de turbinas eólicas.

Si bien solo ciertas características de la invención se han ilustrado y descrito en la presente memoria, modificaciones y cambios serán evidentes para los expertos en la materia. Por lo tanto, se debe entenderse que las reivindicaciones adjuntas están destinadas a cubrir todas estas modificaciones y cambios.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de gestión de una turbina (102) eólica en caso de desactivación, comprendiendo el procedimiento:

recibir información (130) de operación de las características operativas de una turbina (102) eólica;

analizar la información (130) de operación en base a un conjunto de reglas (240) para determinar un fallo transitorio que ha provocado que la turbina se desactive, siendo el conjunto de reglas (240) configurable;

determinar si el fallo de la turbina (102) eólica se puede reiniciar; y

reiniciar la turbina (102) eólica si el fallo de la turbina (102) eólica se puede reiniciar; y adicionalmente,

determinar si se requiere información (130) de operación adicional de la turbina (102) eólica en base al análisis de la información (130) de operación;

recibir la información (130) de operación adicional de la turbina (102) eólica, en el que la información (130) de operación adicional comprende un histórico de la información (130) de operación en el pasado reciente, comprendiendo la información (130) de operación adicional los datos del sensor de la turbina (102) eólica hasta y después de la desactivación;

analizar la información (130) de operación adicional en base al conjunto de reglas (240);

determinar, en base al análisis de la información adicional, si el fallo de la turbina (102) eólica se puede reiniciar; y

reiniciar la turbina (102) eólica si el fallo de la turbina (102) eólica se puede reiniciar;

en el que un fallo reiniciable es uno que se identifica mediante la determinación, después de un intervalo de tiempo en que se ha desactivado la turbina eólica, si los parámetros operativos están dentro de un intervalo permisible de valores umbral.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la información (130) de operación 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 (102) eólica, tensión, corriente, convertidor, generador, sensor de la velocidad del rotor, vibraciones en la torre, unidades de hardware de la turbina (102) eólica, y/o un evento en la red eléctrica, y en el que el análisis comprende además el procesamiento de la información (130) de operación.

3. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el análisis comprende hacer referencia al conjunto de reglas (240) con respecto a la información (130) de operación de la turbina (102) eólica, comprendiendo el conjunto de reglas (240) valores umbral para las características operativas de la turbina (102) eólica y derivados de las características operativas de la turbina (102) eólica, y en el que el conjunto de reglas (240) comprende valores umbral de al menos uno de la velocidad del viento, el perfil de velocidad del viento, temperatura de los componentes de la turbina (102) eólica, niveles de tensión, niveles de corriente, fallos en el convertidor, fallos en el generador, fallos en los sensores de velocidad del rotor, vibraciones de la torre, fallos en las unidades de hardware de la turbina (102) eólica, y un evento en la red eléctrica.

4. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el conjunto de reglas (240) es configurado además en base a las características operativas de la turbina (102) eólica, y al análisis de fallos de la turbina (102) eólica.

5. Un sistema de gestión de turbina eólica que comprende:

una turbina (102) eólica operable para generar electricidad usando energía eólica, comprendiendo la turbina (102) eólica las características operativas relacionadas con la operación de la turbina (102) eólica;
un servidor (220) de control que comprende un módulo (224) de gestión de la turbina (102) eólica configurado para implementar el procedimiento de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2; y
una red (250),
en el que la turbina (102) eólica está acoplada en comunicación con el módulo de gestión (224) a través de la red (250), y en el que un módulo de configuración de reglas es accesible a través de la red (250).

6. El sistema de la reivindicación 5, en el que el servidor (220) de control comprende además un motor (226) de reglas para la configuración de las reglas (240) en base a las características operativas de la turbina (102) eólica y en base a un análisis de fallos de la turbina (102) eólica.

7. El sistema de la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en el que la turbina (102) eólica comprende además

un controlador (104) configurado para recibir y procesar la información (130) de operación de la turbina (102) eólica, el controlador (104) configurado además para controlar la operación de la turbina (102) eólica,

un ordenador (106) de interfaz configurado para recibir la información (130) de operación de la turbina (102) eólica procedente del controlador (104), y enviar la información (130) de operación de la turbina (102) eólica que se comunica a través de la red (250), el equipo (106) de interfaz configurado para recibir instrucciones para la operación de la turbina (102) eólica, y enviar las instrucciones para la operación de la turbina (102) eólica al controlador (104), y

un servidor (120) del parque eólico operativamente acoplado al ordenador (106) de interfaz y a la red (250), el servidor (120) del parque configurado para recibir y/o almacenar información (130) de operación de la turbina (102) eólica, el servidor (120) del parque está configurado para recibir instrucciones de operación de la turbina (102) eólica desde el servidor (220) de control a través de la red (250), y además comunicar las instrucciones de operación al equipo (106) de interfaz.

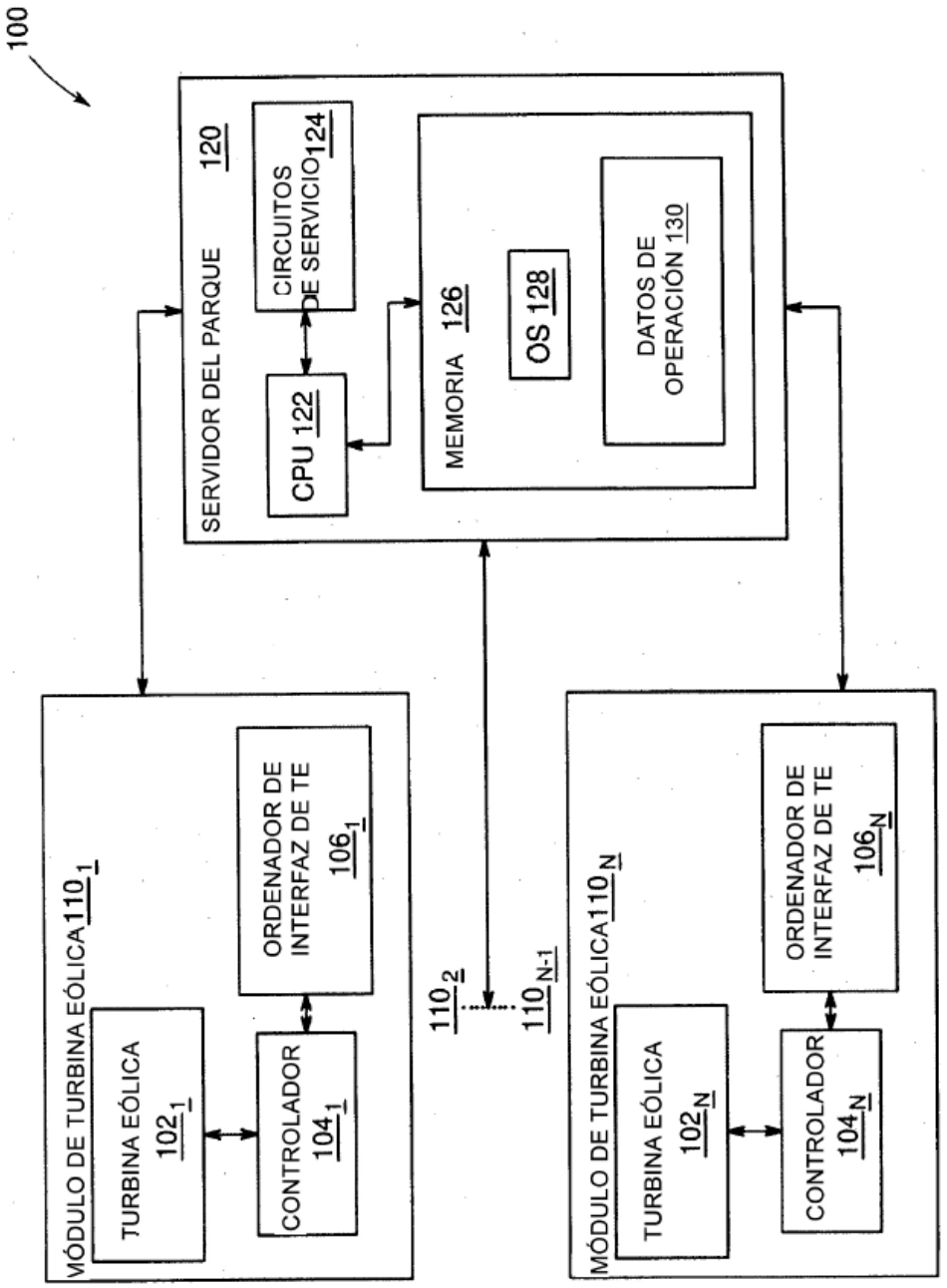
100
SERVIDOR DEL PARQUE 120
CIRCUITOS DE SERVICIO 124
CPU 122
MEMORIA 126
OS 128
DATOS DE OPERACIÓN 130
MÓDULO DE TURBINA EÓLICA 110 1
TURBINA EÓLICA 102 1
CONTROLADOR 104 1
ORDENADOR DE INTERFAZ DE TE 106 1
110 2
110 N-1
MÓDULO DE TURBINA EÓLICA 110 N
TURBINA EÓLICA 102 N
CONTROLADOR 104 N
ORDENADOR DE INTERFAZ DE TE 106 N

FIG. 1

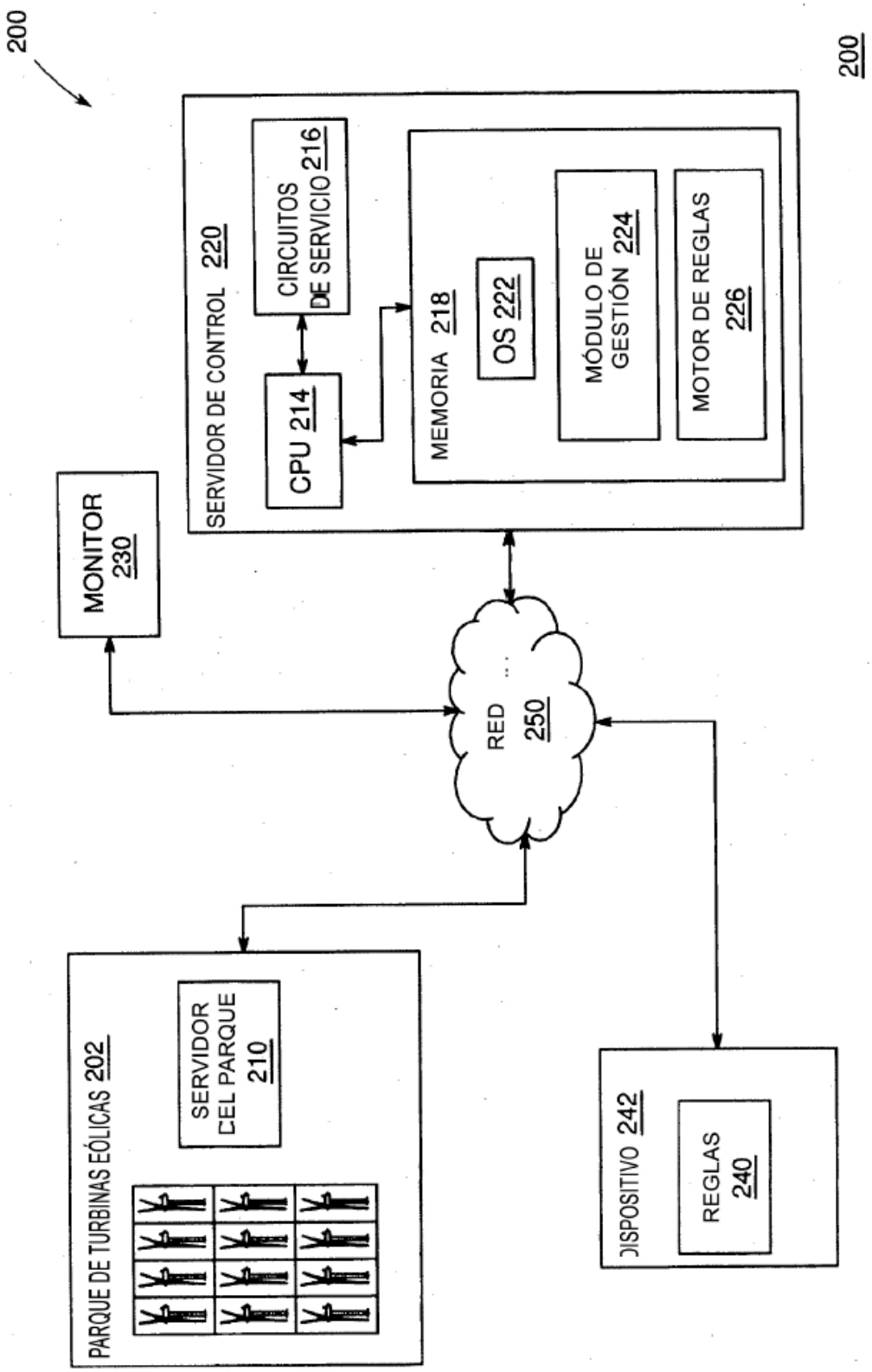
200
200
SERVIDOR DE CONTROL 220
CIRCUITOS DE SERVICIO 216
CPU 214
MEMORIA 218
OS 222
MÓDULO DE GESTIÓN 224
MOTOR DE REGLAS 226
MONITOR 230
RED 250
PARQUE DE TURBINAS EÓLICAS 202
SERVIDOR DEL PARQUE 210
DISPOSITIVO 242
REGLAS 240

FIG. 2

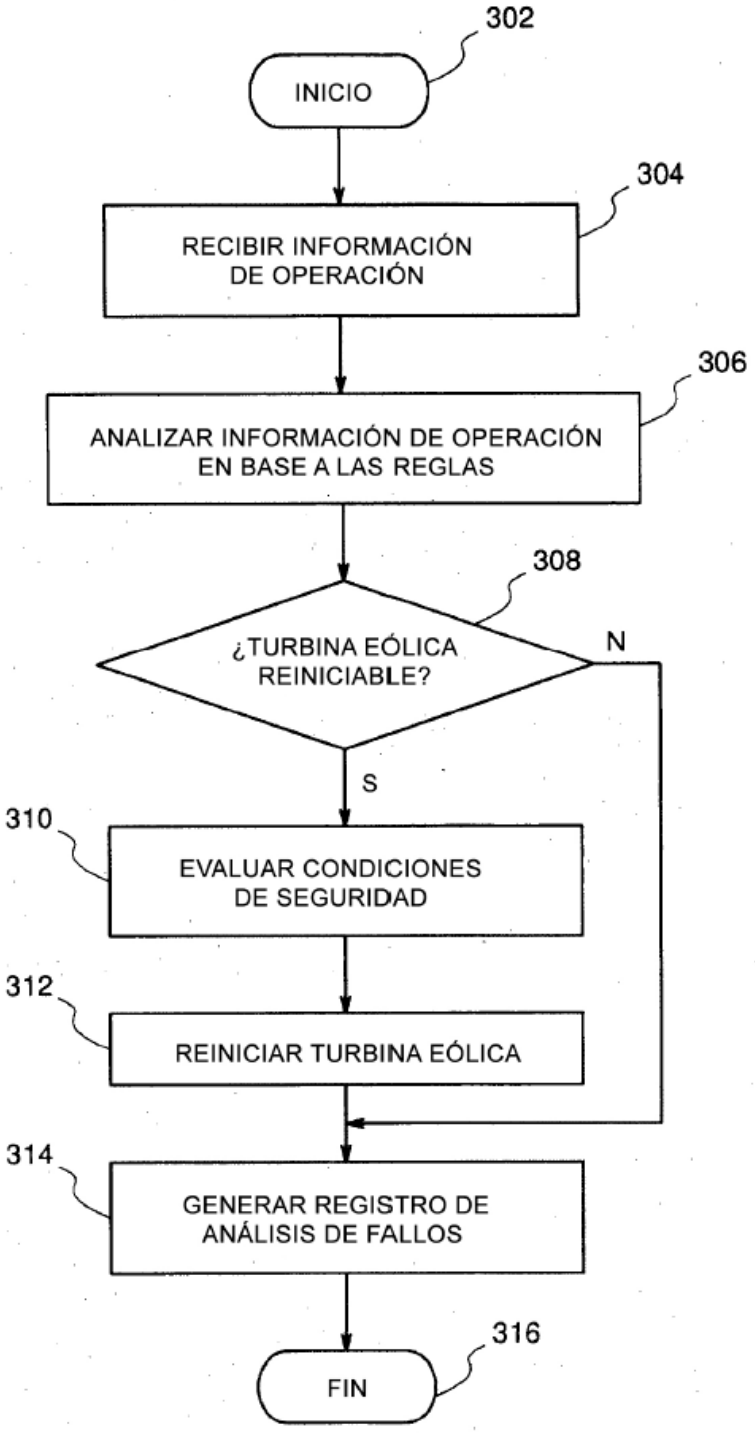
302
INICIO
304
RECIBIR INFORMACIÓN DE OPERACIÓN
306
ANALIZAR INFORMACIÓN DE OPERACIÓN EN BASE A LAS REGLAS
308
¿TURBINA EÓLICA REINICIABLE?
N
S
310
EVALUAR CONDICIONES DE SEGURIDAD
312
REINICIAR TURBINA EÓLICA
314
GENERAR REGISTRO DE ANÁLISIS DE FALLOS
316
FIN

FIG. 3

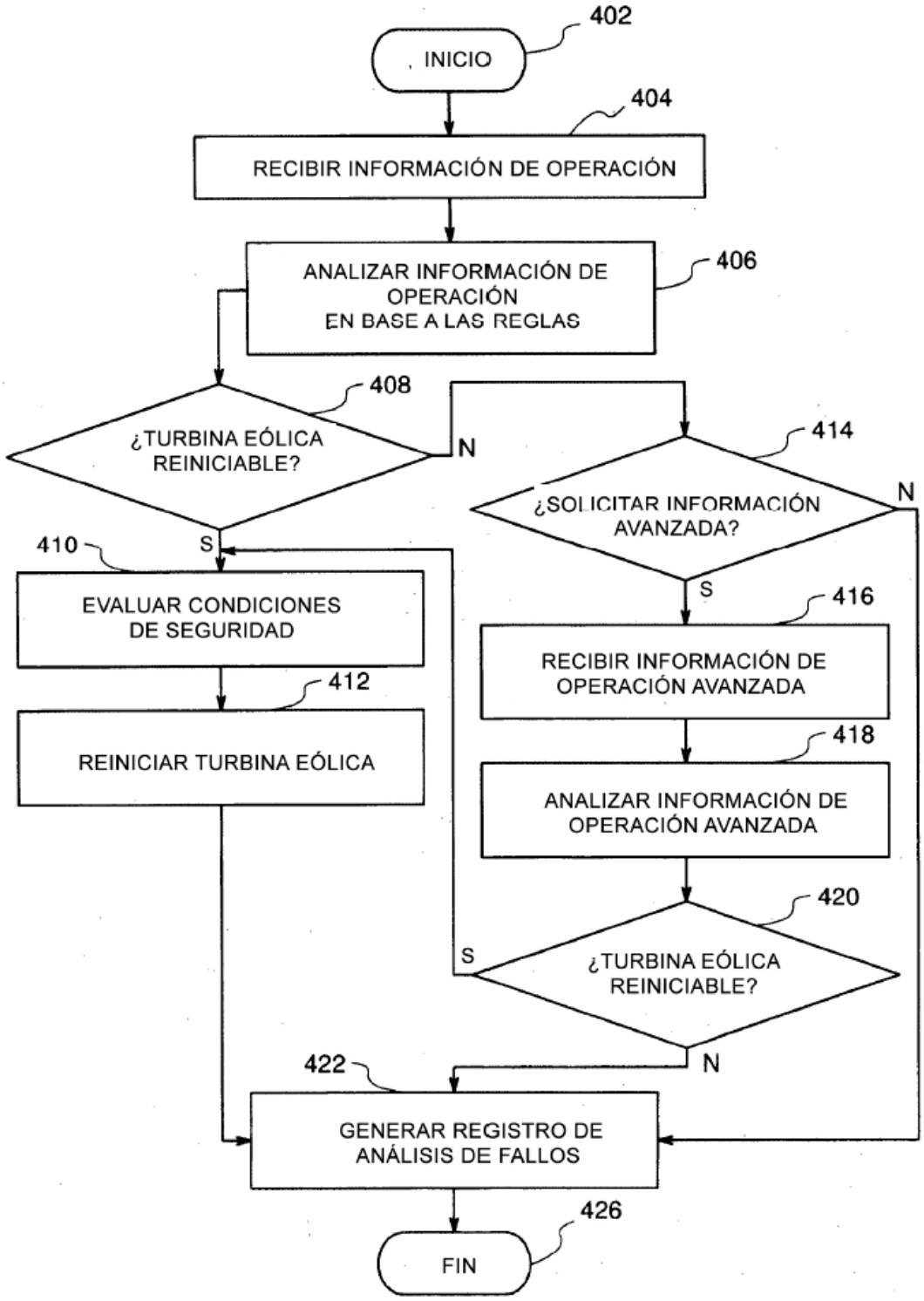
402
INICIO
404
RECIBIR INFORMACIÓN DE OPERACIÓN
406
ANALIZAR INFORMACIÓN DE OPERACIÓN EN BASE A LAS REGLAS
408
¿TURBINA EÓLICA REINICIABLE?
N
S
410
EVALUAR CONDICIONES DE SEGURIDAD
412
REINICIAR TURBINA EÓLICA
414
¿SOLICITAR INFORMACIÓN AVANZADA?
N
S
416
RECIBIR INFORMACIÓN DE OPERACIÓN AVANZADA
418
ANALIZAR INFORMACIÓN DE OPERACIÓN AVANZADA
420
¿TURBINA EÓLICA REINICIABLE?
S
N
422
GENERAR REGISTRO DE ANÁLISIS DE FALLOS
426
FIN

FIG. 4

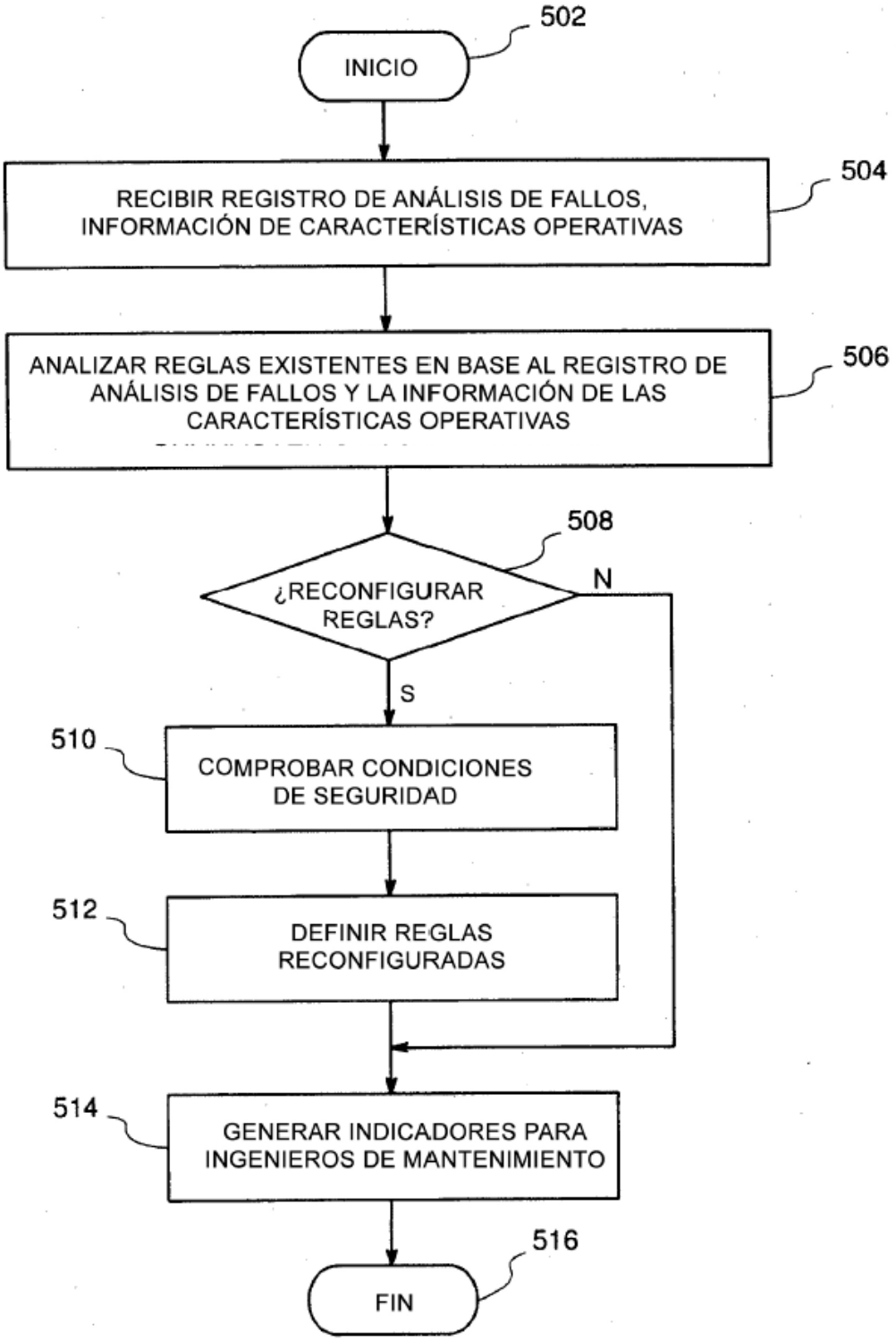
502
INICIO
504
RECIBIR REGISTRO DE ANÁLISIS DE FALLOS, INFORMACIÓN DE CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS
506
ANALIZAR REGLAS EXISTENTES EN BASE AL REGISTRO DE ANÁLISIS DE FALLOS Y LA INFORMACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS
508
¿RECONFIGURAR REGLAS?
N
S
510
COMPROBAR CONDICIONES DE SEGURIDAD
512
DEFINIR REGLAS RECONFIGURADAS
514
GENERAR INDICADORES PARA INGENIEROS DE MANTENIMIENTO
516
FIN

FIG. 5