

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 474**

51 Int. Cl.:

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/26 (2006.01)

H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2010 E 10171954 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 2290879**

54 Título: **Sistema para monitorizar comunicaciones en una red de parque eólico**

30 Prioridad:

26.08.2009 US 548036

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

21.10.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KUMAR, VIVEK;
KUMAR, HEMANTH A. y
JOSE, CHERY**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 788 474 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 para monitorizar comunicaciones en una red de parque eólico

5 El campo de la invención está relacionado en general con monitorizar redes de parque eólico y, más particularmente, con monitorizar de forma remota qué nodos de dicha red son alcanzables por un servidor en un momento dado.

10 En el documento US 2007/0258508 se describe un procedimiento y aparato para comunicación inalámbrica en una red en malla.

15 Un parque eólico incluye una o más turbinas eólicas, que utilizan la energía del viento para generar o producir energía eléctrica. Una turbina eólica suele incluir uno o más componentes (por ejemplo, un controlador y/o sensores) conectados a una red de parque eólico. Otros dispositivos de la red, tal como un servidor, pueden recibir datos procedentes de los componentes conectados en red de una turbina eólica para fines tales como la gestión del parque eólico y la elaboración de informes de producción. Por consiguiente, una operación adecuada de un parque eólico requiere una comunicación continua con cada uno de los componentes conectados en red. Además, en algunas configuraciones, la pérdida de comunicación con uno o más componentes conectados en red puede hacer que otros componentes conectados en red sean también inalcanzables. Para una operación eficaz de un parque eólico es esencial garantizar que dichos fallos de comunicación se pueden detectar rápidamente y de forma conveniente.

25 La invención proporciona un sistema según la reivindicación 1. Se definen formas de realización preferibles en las reivindicaciones dependientes.

Ahora se describirán diversos aspectos y formas de realización de la presente invención en conexión con los dibujos adjuntos, en los cuales:

30 La Figura 1 es una vista esquemática de una turbina eólica de ejemplo.

La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de ejemplo para monitorizar un estado de las comunicaciones en una red de parque eólico utilizando un dispositivo remoto.

La Figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo para presentar el estado de las comunicaciones en una red de parque eólico que comprende una pluralidad de nodos de red.

35 La Figura 4 es una representación gráfica de ejemplo de un estado de las comunicaciones en una red de parque eólico con una topología de anillo.

La Figura 5 es una representación gráfica de ejemplo de un estado de las comunicaciones en una red de parque eólico que tiene una topología de estrella.

La Figura 6 es una representación gráfica de ejemplo de un estado de las comunicaciones en una red de parque eólico con una topología de malla inalámbrica.

40 La Figura 7 es una representación gráfica de ejemplo de detalles de conexión correspondientes a un nodo de red de parque eólico.

45 Las formas de realización que se describen en este documento proporcionan información sobre las comunicaciones en una red de parque eólico. Un servidor en una red de parque eólico determina e informa del estado de las comunicaciones entre el servidor y uno o más nodos de la red de parque eólico. El estado de las comunicaciones puede ser reportado a un dispositivo remoto, que muestra una representación gráfica del estado de las comunicaciones. Se pueden utilizar señales visuales, tales como una codificación por colores de las conexiones de la red según el estado, para que el usuario pueda evaluar rápidamente el estado de la red de parque eólico en su conjunto.

50 Un efecto técnico de ejemplo de los procedimientos, sistemas y aparatos que se describen en el presente documento incluye por lo menos uno de los siguientes: (a) solicitar a un servidor un estado de las comunicaciones que incluye una pluralidad de indicadores de conexión, cada uno de los cuales indica si el servidor es capaz de comunicarse con un correspondiente nodo de red en una red de parque eólico; (b) recibir procedente del servidor el estado de las comunicaciones; y (c) mostrar en un dispositivo de visualización una representación gráfica del estado de las comunicaciones.

60 Tal como se utiliza en este documento, el término turbina eólica pretende ser representativo de cualquier dispositivo que genere energía de rotación a partir de la energía del viento y, más concretamente, que convierta la energía cinética del viento en energía mecánica.

65 La Figura 1 es una vista esquemática de una turbina eólica de ejemplo 100. La turbina eólica 100 incluye una góndola 102 que alberga un generador (que no se muestra en la Figura 1). La góndola 102 está montada sobre una torre 104 (una parte de la torre 104 se muestra en la Figura 1). La torre 104 puede estar a cualquier altura que facilite la operación de la turbina eólica 100 según se describe en este documento. La turbina eólica 100 también incluye un rotor 106 que incluye tres palas de rotor 108 acopladas a un buje rotatorio 110. Alternativamente, la turbina eólica 100 incluye cualquier número de palas de rotor 108 que

faciliten la operación de la turbina eólica 100 según se describe en este documento. En la forma de realización de ejemplo, la turbina eólica 100 incluye una multiplicadora (que no se muestra en la Figura 1) acoplada rotatoriamente con el rotor 106 y con el generador.

5 La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de ejemplo 200 para monitorizar el estado de las comunicaciones en una red de parque eólico utilizando un dispositivo remoto. El sistema 200 está diseñado para ser utilizado por un usuario 205 que accede a un dispositivo remoto 210. El usuario 205 interactúa con el dispositivo remoto 210 viendo información en un dispositivo de visualización 215 y, opcionalmente, manipulando una interfaz de usuario utilizando un dispositivo de entrada de usuario 220. El dispositivo remoto 210 incluye un procesador 225 para ejecutar instrucciones. El procesador 225 está acoplado operativamente al dispositivo de visualización 215 y, si se encuentra presente, al dispositivo de entrada de usuario 220. El procesador 225 también está acoplado operativamente a una interfaz de comunicación 230, que es comunicativamente conectable a un servidor 235.

15 El dispositivo remoto 210 es cualquier dispositivo capaz de acceder al servidor 235 e interactuar con el usuario 205. Sólo a título de ejemplo, y sin carácter limitativo, el dispositivo remoto 210 puede incluir un dispositivo informático portátil, un dispositivo informático de escritorio, un decodificador de señal digital, un lector de libros electrónicos, un reproductor de música digital, un teléfono celular y/o un teléfono inteligente. El dispositivo remoto 210 incluye un procesador 225 para ejecutar instrucciones de software. El dispositivo de entrada de usuario 220 puede incluir, por ejemplo, un teclado, un teclado numérico, un dispositivo apuntador, una pantalla sensible al tacto y/o un dispositivo de entrada de audio. El dispositivo de visualización 215 puede incluir, por ejemplo, un dispositivo de visualización gráfica o una impresora.

25 El dispositivo remoto 210 recibe información procedente del servidor 235 a través de la interfaz de comunicación 230, que puede estar acoplada comunicativamente con una interfaz de comunicación 240 del servidor 235. El servidor 235 transmite datos (que, por ejemplo, representan el estado de las comunicaciones en una red de parque eólico) utilizando la interfaz de comunicación 240. El dispositivo remoto 210 recibe los datos utilizando la interfaz de comunicación 230. En ciertas formas de realización, el servidor 235 inicia la comunicación. Alternativamente, el dispositivo remoto 210 inicia la comunicación enviando una solicitud al servidor 235 utilizando la interfaz de comunicación 230, y el servidor 235 responde transmitiendo los datos. Las solicitudes y respuestas pueden adoptar diversas formas. Por ejemplo, el dispositivo remoto 210 puede enviar una solicitud de Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP: Hypertext Transfer Protocol) al servidor 235, y el servidor 235 puede generar y transmitir una respuesta de HTTP que incluye un Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML: Hypertext Markup Language), un Lenguaje de Marcado de Hipertexto Extensible (XHTML: Extensible Hypertext Markup Language), y/o un Lenguaje de Marcado Extensible (XML: Extensible Markup Language). El dispositivo remoto 210 y el servidor 235 se pueden comunicar utilizando un protocolo tal como el Protocolo de Acceso a Objetos Simples (SOAP: Simple Object Access Protocol) o la Transferencia de Estado de Representación (REST: Representational State Transfer). El servidor 235 puede también o en su lugar transmitir datos de objetos de aplicación serializados y/o una imagen gráfica que representa el estado de las comunicaciones en la red de parque eólico.

45 El servidor 235 también incluye un procesador 245 y puede incluir una memoria 250 para almacenar datos (por ejemplo, para representar nodos en una red de parque eólico). El procesador 245 está acoplado operativamente con la memoria 250 (si se encuentra presente), a la interfaz de comunicación 240 y a una o más interfaces de comunicación adicionales 255, que están acopladas comunicativamente con las turbinas eólicas 100. Cada turbina eólica 100 incluye al menos un nodo de red 260. Un nodo de red 260 puede incluir un controlador, un sensor, un conmutador de red, un enrutador de red o cualquier otro dispositivo que sea útil para la operación de una turbina eólica 100 y acoplable comunicativamente con la interfaz de comunicación 255 del servidor 235.

55 En algunas formas de realización, la turbina eólica 100 incluye un controlador como nodo de red 260. Un controlador puede estar conectado a uno o más sensores (por ejemplo, un sensor de temperatura del aire ambiental, un sensor de dirección del viento y/o de velocidad del viento, un sensor de ángulo de paso de las palas, un sensor de velocidad de la turbina, un sensor de temperatura, un sensor de voltaje y/o un sensor de corriente; que no se muestran) de la turbina eólica 100. En una forma de realización, los sensores pueden estar acoplados comunicativamente con el servidor 235 directamente. Alternativamente, los sensores pueden estar conectados al controlador a través de una conexión de datos en serie de bajo nivel, tal como Estándar Recomendado (RS: Recommended Standard) 232 o RS-485, una conexión de datos en serie de alto nivel, tal como Bus Serie Universal (USB: Universal Serial Bus) o Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers) 1394 (a/k/a FIREWIRE), una conexión de datos en paralelo, tal como IEEE 1284 o IEEE 488, un canal de comunicación inalámbrica de corto alcance tal como BLUETOOTH, o una conexión de red privada (es decir, no accesible por el servidor 235), ya sea alámbrica o inalámbrica.

65 La comunicación entre el dispositivo remoto 210 y el servidor 235 y la comunicación entre el servidor 235 y los nodos de red 260 se puede producir de diversas formas. Por ejemplo, los dispositivos se pueden

comunicar utilizando una conexión de red alámbrica (por ejemplo, Ethernet o una fibra óptica), radio frecuencia (RF), BLUETOOTH, un estándar IEEE 802.11 (por ejemplo, 802.11(g) o 802.11(n)), Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WIMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access), una tecnología de telefonía celular (por ejemplo, el Estándar Global para comunicación Móvil (GSM: Global Standard for Mobile communication)), o cualquier otro medio de comunicación adecuado. Por consiguiente, las interfaces de comunicación 230, 240 y 255 corresponden a la forma de comunicación utilizada. El dispositivo remoto 210, el servidor 235 y los nodos de red 260 pueden incluir múltiples interfaces de comunicación para dar soporte a formas adicionales de comunicación, o bien una sola interfaz de comunicación puede dar soporte a múltiples formas de comunicación. Dispositivos tal como el dispositivo remoto 210, el servidor 235 y los nodos de red 260 pueden estar acoplados comunicativamente de manera directa o indirecta. Por ejemplo, el dispositivo remoto 210 se puede comunicar con el servidor 235 a través de una red tal como una red de área local (LAN: local area network), una red de área amplia (WAN: wide area network), Internet o cualquier otra red adecuada para comunicarse con el servidor 235.

El acoplamiento comunicativo de los nodos de red 260 con el servidor 235 y/o entre sí puede, por sí mismo, crear una red de parque eólico. Por ejemplo, la interfaz de comunicación 255 y/o los nodos de red 260 pueden estar dispuestos en una red en malla inalámbrica, de manera que cada miembro de la red transmite datos, recibe datos y retransmite datos destinados a otro miembro de la red. Alternativamente, la red de parque eólico puede incluir hardware de red tal como enrutadores alámbricos y/o inalámbricos, conmutadores, puntos de acceso inalámbrico y/o cable para la transmisión de datos. Si se utiliza una forma de comunicación inalámbrica, el servidor 235 o un nodo de red 260 puede transmitir y recibir datos a través de una antena direccional u omnidireccional.

En una forma de realización, se proporciona un sistema tal como el sistema 200 para monitorizar un estado de las comunicaciones en una red de parque eólico desde un dispositivo remoto 210. El sistema 200 incluye una primera turbina eólica 100, que incluye un primer nodo de red 260 acoplado comunicativamente con la red de parque eólico. El sistema 200 incluye también un servidor 235. El servidor 235 incluye una primera interfaz de comunicación 255 que está acoplada comunicativamente con la red de parque eólico y configurada para determinar un primer estado de conexión para el primer nodo de red 260. El primer estado de conexión indica si el servidor 235 es capaz de comunicarse con el primer nodo de red 260. El servidor 235 también incluye una segunda interfaz de comunicación 240 que está acoplada comunicativamente con el dispositivo remoto 210 y configurada para transmitir un estado de red que incluye el primer estado de conexión con el dispositivo remoto 210. El servidor 235 también incluye un primer procesador 245 que está acoplado operativamente con la primera interfaz de comunicación 255 y con la segunda interfaz de comunicación 240.

Además de indicar si el servidor 235 es capaz de comunicarse con el nodo de red 260, el estado de la conexión puede incluir información tal como la dirección de red del nodo de red 260, un identificador de hardware del nodo de red 260, una cantidad de datos transmitidos por el nodo de red 260, una cantidad de datos recibidos por el nodo de red 260, un tiempo transcurrido desde que el servidor 235 pasó a ser capaz de comunicarse con el nodo de red 260, y una fecha y una hora en que el servidor 235 pasó a ser capaz de comunicarse con el nodo de red 260.

El dispositivo remoto 210 puede incluir una tercera interfaz de comunicación 230 que acopla comunicativamente la segunda interfaz de comunicación 240 con el dispositivo remoto 210.

La tercera interfaz de comunicación 230 está configurada para recibir el estado de la red procedente del servidor 235. El dispositivo remoto 210 también puede incluir un dispositivo de visualización 215 que está configurado para mostrar una representación gráfica del estado de la red. El dispositivo remoto 210 puede incluir además un segundo procesador 225, que está acoplado operativamente con la tercera interfaz de comunicación 230 y con el dispositivo de visualización 215. La representación gráfica del estado de la red puede incluir una representación gráfica del servidor 235, una representación gráfica del primer nodo de red 260 y una representación gráfica del primer estado de conexión.

En una forma de realización, la primera turbina eólica 100 incluye además un segundo nodo de red 260 que, al igual que el primer nodo de red 260, está acoplado comunicativamente con la red de parque eólico. La primera interfaz de comunicación 255 del servidor 235 está programada además para determinar un segundo estado de conexión para el segundo nodo de red 260, indicando el segundo estado de conexión si el servidor 235 es capaz de comunicarse con el segundo nodo de red 260. El estado de la red incluye además el segundo estado de conexión.

El sistema 200 puede incluir una segunda turbina eólica 100. La segunda turbina eólica incluye al menos el segundo nodo de red 260 que está acoplado comunicativamente con la red de parque eólico. La primera interfaz de comunicación 255 está programada además para determinar un segundo estado de conexión para el segundo nodo de red 260, indicando el segundo estado de conexión si el servidor 235 es capaz de comunicarse con el segundo nodo de red 260. El estado de la red incluye además el segundo estado de

conexión. Según se muestra en la Figura 2, el sistema 200 puede incluir múltiples turbinas eólicas 100, cada una de las cuales incluye múltiples nodos de red 260.

Si el sistema 200 incluye múltiples nodos de red 260, la primera interfaz de comunicación 255 del servidor 235 puede estar configurada además para detectar nodos de red 260 en la red de parque eólico. El servidor 235 puede incluir una memoria 250 que está configurada para almacenar una colección de nodos de red detectados. La primera interfaz de comunicación 255 puede determinar un estado de conexión para cada nodo de red en la colección para determinar múltiples estados de comunicación. Almacenar una colección de nodos de red detectados permite al servidor 235 identificar el nodo de red 260 con el que no se puede comunicar, incluso si, debido al mal funcionamiento de la conexión, el servidor 235 no puede detectar el nodo de red 260 cuando informa sobre el estado de la red. Alternativamente, el servidor 235 puede incluir una colección estática de nodos de red previstos. Para determinar el estado de la red, el servidor 235 puede intentar determinar un estado de conexión para cada nodo de red previsto. El servidor 235 puede, por ejemplo, intentar obtener una respuesta de cada nodo de red previsto. Un nodo de red previsto que no responda al servidor 235 puede ser tratado como un nodo con el que el servidor 235 no es capaz de comunicarse.

En otra forma de realización, se proporciona un dispositivo tal como el dispositivo remoto 210 para mostrar un estado de red de una red de parque eólico. La red de parque eólico incluye el servidor 235 que está acoplado comunicativamente con una pluralidad de nodos de red de parque eólico 260. El estado de la red de parque eólico incluye una pluralidad de estados de nodo de red de parque eólico. Cada estado de nodo de red de parque eólico corresponde a un nodo de red de parque eólico 260 e incluye un estado de enlace. El dispositivo remoto 210 incluye una interfaz de comunicación 230 que es conectable comunicativamente con el servidor 235 y está configurada para recibir el estado de la red procedente del servidor 235. El dispositivo remoto 210 también incluye un dispositivo de visualización 215 para mostrar una representación gráfica del estado de la red. Una primera parte del dispositivo de visualización 215 está configurada para mostrar una representación gráfica de la pluralidad de estados de nodo de red de parque eólico. Una segunda parte del dispositivo de visualización 215 está configurada para mostrar una representación gráfica de los estados de enlace asociados con la pluralidad de estados de nodo de red de parque eólico.

Una parte del dispositivo de visualización 215 tal como la primera o la segunda parte puede incluir una sección contigua (por ejemplo, un área bidimensional o tridimensional) del dispositivo de visualización 215 o una capa gráfica que se puede combinar (por ejemplo, superponer) con otras capas. En algunas formas de realización, partes del dispositivo de visualización 215 se muestran de manera selectiva. Por ejemplo, el dispositivo de visualización 215 puede estar configurado para mostrar la primera parte y ocultar la segunda parte. En esta configuración, el dispositivo de visualización 215 mostraría una representación gráfica de los estados de nodo de red de parque eólico sin ninguna representación gráfica de los estados de enlace. También se contemplan otros procedimientos de repartición del dispositivo de visualización 215.

El estado de enlace asociado con un estado de nodo de red de parque eólico puede incluir un indicador de conexión que tiene un valor igual a conectado si el servidor 235 es capaz de comunicarse con el nodo de red de parque eólico 260 correspondiente al estado de enlace, y que tiene un valor igual a desconectado si el servidor 235 no es capaz de comunicarse con el nodo de red de parque eólico 260 correspondiente al estado de enlace. La segunda parte del dispositivo de visualización 215 puede estar configurada además para distinguir gráficamente un estado de enlace que tiene un indicador de conexión igual a conectado con respecto a un estado de enlace que tiene un indicador de conexión igual a desconectado.

El estado de enlace asociado con un estado de nodo de red de parque eólico puede incluir además uno o más de los siguientes detalles de conexión para el correspondiente nodo de red de parque eólico 260: una dirección de red del nodo de red de parque eólico 260, un identificador de hardware del nodo de red de parque eólico 260, una cantidad de datos transmitidos por el nodo de red de parque eólico 260, una cantidad de datos recibidos por el nodo de red de parque eólico 260, un tiempo transcurrido desde que el servidor 235 pasó a ser capaz de comunicarse con el nodo de red de parque eólico 260, y una fecha y una hora en que el servidor 235 pasó a ser capaz de comunicarse con el nodo de red de parque eólico 260. Una tercera parte del dispositivo de visualización 215 puede estar configurada para mostrar una representación gráfica de uno o más detalles de conexión para un estado de enlace. Por ejemplo, la tercera parte puede mostrar un contador a modo de barra que indica la cantidad de datos transmitidos y/o recibidos para el estado de enlace (es decir, "uso de ancho de banda"). El uso de ancho de banda se puede indicar adicionalmente, o alternativamente, utilizando un código de colores o una animación del estado de enlace (por ejemplo, con una velocidad de animación directamente proporcional al uso de ancho de banda). El dispositivo remoto 210 también puede incluir el dispositivo de entrada de usuario 220 configurado para permitir que el usuario 205 seleccione uno de los estados de enlace que se muestran. Por ejemplo, el usuario 205 puede manipular un dispositivo apuntador para hacer clic en o "pasar el ratón por encima" de un estado de enlace. La tercera parte del dispositivo de visualización 215 puede estar configurada además para mostrar al menos un detalle de conexión correspondiente al estado de enlace seleccionado.

En algunas formas de realización, cada nodo de red 260 está asociado con una posición. Cada estado de

nodo de red de parque eólico incluye además la posición del nodo de red de parque eólico 260 que corresponde al estado de nodo de red de parque eólico. La primera parte del dispositivo de visualización 215 está configurada para representar cada estado de nodo de red de parque eólico en función de la posición del nodo de red de parque eólico 260. La posición de un nodo de red de parque eólico puede incluir una ubicación física o geográfica (por ejemplo, coordenadas longitudinales y latitudinales) del nodo 260 o una posición del nodo 260 con respecto a otros dispositivos dentro de la red de parque eólico. Por ejemplo, una posición de nodo 260 dentro de la red se puede expresar con respecto a los otros dispositivos de la red con los que el nodo 260 está acoplado comunicativamente (es decir, dispositivos vecinos). Por lo tanto, en una topología de anillo, la posición de nodo 260 puede incluir una indicación de los dos dispositivos (por ejemplo, dos nodos 260 o servidor 235 y nodo 260) que son vecinos del nodo 260. En una topología de malla inalámbrica, la posición de nodo 260 puede incluir una colección de todos los dispositivos de red que son vecinos del nodo 260.

La Figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo 300 para presentar un estado de las comunicaciones en una red de parque eólico. La red de parque eólico incluye el servidor 235 y una pluralidad de nodos de red 260. El procedimiento incluye solicitar 305 al servidor 235 el estado de las comunicaciones, recibir 310 el estado de las comunicaciones procedente del servidor 235, y mostrar 315 en el dispositivo de visualización 215 una representación gráfica del estado de las comunicaciones. El estado de las comunicaciones incluye una pluralidad de indicadores de conexión, cada uno de los cuales indica si el servidor 235 es capaz de comunicarse con el correspondiente nodo de red 260 de la pluralidad de nodos de red 260 en la red de parque eólico.

Recibir 310 el estado de las comunicaciones procedente del servidor puede incluir recibir (por ejemplo, con un indicador de conexión) un identificador y/o uno o más detalles de conexión para cada nodo de red 260 correspondiente. Los detalles de la conexión pueden incluir, por ejemplo, una dirección de red del nodo de red 260, un identificador de hardware del nodo de red 260, una cantidad de datos transmitidos por el nodo de red 260, una cantidad de datos recibidos por el nodo de red 260, un tiempo transcurrido desde que el servidor 235 pasó a ser capaz de comunicarse con el nodo de red 260, y una fecha y una hora en que el servidor 235 pasó a ser capaz de comunicarse con el nodo de red 260. El procedimiento puede incluir además permitir 320 que el usuario 205 seleccione uno de los indicadores de conexión y mostrar 325 al menos un detalle de conexión para el indicador de conexión seleccionado.

La representación gráfica del estado de las comunicaciones se puede visualizar 315 mostrando en el dispositivo de visualización 215 una representación gráfica del servidor 235 y una representación gráfica de cada indicador de conexión. En algunas formas de realización, cada nodo de red 260 está acoplado comunicativamente con la red de parque eólico a través de un tipo de conexión de red (por ejemplo, a través de un conmutador, un enrutador o un punto de acceso, en una configuración de anillo, en una configuración de estrella y/o en una malla inalámbrica), y el estado de las comunicaciones incluye además una topología de red. La topología de red incluye una pluralidad de nodos de red previstos 260, cada uno de los cuales corresponde a un nodo de red 260 en la red de parque eólico. La topología de red incluye también el tipo de conexión de red para cada uno de los nodos de red previstos 260. En dicha forma de realización, la representación gráfica del estado de las comunicaciones puede incluir mostrar en el dispositivo de visualización 215 una representación gráfica de la topología de red.

La Figura 4 es una representación gráfica de ejemplo 400 de un estado de las comunicaciones en una red de parque eólico que tiene una topología de anillo. Los dispositivos en la red están representados por iconos. En la representación gráfica 400 se presenta un icono de servidor 405 (que representa el servidor 235) y seis iconos de conmutadores de red 410, 430 y 435. Los iconos de conmutadores de red 410, 430 y 435 representan cada uno de ellos un conmutador de red, que es un tipo de nodo de red 260. Los conmutadores de red están ubicados dentro de las turbinas eólicas 100, y cada conmutador de red está conectado a tres nodos adicionales de la red 260 (por ejemplo, controladores y/o sensores), representados por iconos de nodos de red 420. La conexión del icono de servidor 405 y los iconos de conmutadores de red 410, 430 y 435 son iconos de conexión alámbrica 415 y 425. Los iconos de conmutadores de red 410, 430 y 435 también están conectados a los iconos de nodos de red 420 con iconos de conexión alámbrica 415 y 425. Según se ilustra en la representación gráfica 400, en una topología de anillo, el servidor 235 y cada conmutador están conectados a un máximo de dos conmutadores.

En el ejemplo de la Figura 4, las conexiones que funcionan correctamente están representadas por iconos de conexión alámbrica con trama de relleno 415. Las conexiones que no funcionan correctamente se representan con iconos de conexión alámbrica sin trama de relleno 425. Las conexiones que funcionan correctamente se distinguen gráficamente de las que no funcionan correctamente. La distinción gráfica se puede conseguir a través de un patrón de relleno (por ejemplo, la trama de relleno en la Figura 4), color, grosor de línea o animación (por ejemplo, parpadeo), aunque también se contemplan otras formas de distinción gráfica. En función del estado de las conexiones asociadas, un conmutador puede estar representado por un icono de conmutador totalmente conectado 410, un icono de conmutador totalmente desconectado 430, o un icono de conmutador parcialmente conectado 435. Se puede utilizar una técnica similar a la descrita para los iconos de conexión 415 y 425 para distinguir gráficamente entre conmutadores

totalmente conectados, conmutadores totalmente desconectados y conmutadores parcialmente conectados. También se puede utilizar una técnica similar para distinguir entre nodos de red con los que un conmutador es capaz de comunicarse y aquellos con los que un conmutador no es capaz de comunicarse.

5 Un icono de conmutador totalmente conectado 410 indica un conmutador que es capaz de comunicarse con todos los nodos que están conectados al mismo. Un icono de conmutador totalmente desconectado 430 indica un conmutador que no es capaz de comunicarse con cualesquiera nodos de red que están conectados al mismo y/o no es capaz de comunicarse con cualquier otro conmutador. Un icono de conmutador parcialmente conectado 435 indica un conmutador que es capaz de comunicarse con al menos un nodo de red que está conectado al mismo y no es capaz de comunicarse con al menos otro nodo de red que está conectado al mismo. En el ejemplo de la Figura 4, la distinción gráfica se aplica sólo para diferenciar conexiones que funcionan correctamente con respecto a conexiones que no funcionan correctamente 425. La distinción gráfica se puede aplicar además, o alternativamente, a conmutadores y otros nodos de red 260 en función de si el servidor 235 o un conmutador es capaz de comunicarse con el conmutador u otro nodo de red 260.

La Figura 5 es una representación gráfica de ejemplo 500 de un estado de las comunicaciones en una red de parque eólico que tiene una topología de estrella. En una topología de estrella, muchos conmutadores y/u otros nodos de red 260 pueden estar conectados a un solo conmutador de red. La representación gráfica 500 incluye iconos que representan el servidor 235, conmutadores de red, nodos de red 260 y conexiones de red alámbrica, según se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 4.

La Figura 6 es una representación gráfica de ejemplo 600 de un estado de las comunicaciones en una red de parque eólico con una topología de malla inalámbrica. En la topología de malla inalámbrica, cada turbina eólica 100 incluye un conmutador de red, nodos de red 260, y conexiones de red alámbrica entre el conmutador y los nodos de red, según se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 4. Sin embargo, a diferencia de las redes totalmente cableadas que se muestran en las Figuras 4 y 5, la Figura 6 ilustra una red en la que los conmutadores de red y el servidor se comunican a través de conexiones inalámbricas, según se representan mediante iconos de conexión inalámbrica 605 y 610. En la representación gráfica 600, los iconos de conexión inalámbrica con trama de relleno 605 indican conexiones inalámbricas que funcionan correctamente, y los iconos de conexión inalámbrica sin trama de relleno 610 indican conexiones inalámbricas que no funcionan correctamente.

Aunque las Figuras 4, 5 y 6 ilustran cada una de ellas una sola topología de red, una representación gráfica de un estado de las comunicaciones puede incluir cualquier combinación de conexiones alámbricas e inalámbricas y cualquier combinación de topologías de red necesarias para representar la correspondiente red de parque eólico. Por ejemplo, un primer grupo de conmutadores puede estar acoplado con la red de parque eólico a través de conexiones alámbricas, y un segundo grupo de conmutadores puede estar acoplado con la red de parque eólico a través de conexiones inalámbricas. Como otro ejemplo, un primer grupo de conmutadores puede estar acoplado con la red de parque eólico en una topología de anillo, y un segundo grupo de conmutadores puede estar acoplado con la red de parque eólico en una topología de estrella o en una topología de malla inalámbrica.

Una representación gráfica del estado de las comunicaciones puede simplemente distinguir entre las dos clases de conexiones de red que funcionan correctamente y las que no funcionan correctamente. Alternativamente, se puede indicar una calidad de conexión, yendo la calidad desde un funcionamiento totalmente incorrecto hasta un funcionamiento perfecto o completo. Una calidad de conexión se puede determinar en base a factores tales como el ancho de banda, la latencia del tráfico, la intensidad de la señal, un número de paquetes retransmitidos (en términos absolutos o relativos con respecto al número total de paquetes transmitidos), un número de paquetes perdidos (de nuevo, en términos absolutos o relativos), y/o cualquier otra métrica adecuada para indicar una calidad, una velocidad y/o una fiabilidad de una conexión de red. La métrica o métricas utilizadas para determinar la calidad pueden ser muestreadas a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si se utiliza la intensidad de la señal para determinar la calidad, la intensidad de la señal puede ser muestreada periódicamente, y la calidad se puede determinar calculando un promedio matemático de lecturas recientes de la intensidad de la señal. Una calidad de conexión se puede indicar para un icono de conexión de red alámbrica o inalámbrica utilizando un patrón de relleno (por ejemplo, la trama de relleno en la Figura 4), un color, un grosor de línea o animación (por ejemplo, un parpadeo), aunque también se contemplan otras formas de representar la calidad. Por ejemplo, la calidad se puede expresar como un porcentaje, indicando el 100% una conexión que funciona perfectamente o completamente. Las conexiones que tienen una calidad del 5%, 50% y 95% se pueden representar con iconos de conexión de color rojo, amarillo y verde, respectivamente.

La Figura 7 es una representación gráfica de ejemplo de detalles de conexión que corresponden a un nodo de red de parque eólico. Por ejemplo, dichos detalles de conexión se pueden incluir en un estado de conexión o en un estado de enlace correspondiente al nodo de red. La Figura 7 representa una parte de una red de parque eólico en anillo tal como la que se muestra en la Figura 4. Además de la información presentada en la Figura 4, se muestran detalles de conexión en un área de detalles de conexión 705. El

- 5 área de detalles de conexión 705 incluye detalles de conexión que corresponden a un icono de conexión alámbrica 710 y/o un icono de nodo de red 715. En concreto, los detalles de conexión están asociados a un nodo de red que está representado por el icono de nodo de red 715 y está acoplado comunicativamente con el conmutador 435 a través de una conexión alámbrica que está representada por el icono de conexión alámbrica 710. Los detalles de conexión que se muestran incluyen una dirección de protocolo de Internet (IP: Internet Protocol) 720 del nodo de red, un tiempo transcurrido 725 desde que el servidor 405 pasó a ser capaz de comunicarse con el nodo de red (es decir, "tiempo de operación"), una cantidad de datos transmitidos 730 por el nodo de red, y una cantidad de datos recibidos 735 por el nodo de red.
- 10 El área de detalles de conexión 705 se puede mostrar para cualquier nodo o conexión de una red de parque eólico. En algunas formas de realización, el área de detalles de conexión 705 se muestra en respuesta a una selección por parte de un usuario de un icono de conexión tal como el icono de conexión alámbrica 710 o un icono de nodo de red tal como el icono de nodo de red 715. Los detalles de conexión que se muestran en el área de detalles de conexión 705 pueden ser estáticos o se pueden actualizar periódicamente. Por ejemplo, en una operación normal, la cantidad de datos transmitidos 730 puede aumentar continuamente. Por consiguiente, la cantidad de datos transmitidos 730 se puede actualizar o "refrescar" una vez cada cinco segundos o una vez cada minuto, por ejemplo, aunque también se contemplan otros tiempos.
- 20 Un dispositivo que muestra una representación gráfica del estado de las comunicaciones del parque eólico puede estar configurado o programado para presentar una alarma en caso de un fallo de comunicación. Por ejemplo, el dispositivo puede mostrar una alarma visual mostrando un mensaje emergente, modificando la apariencia de un indicador de estado de red global, o modificando un borde o fondo de pantalla. El dispositivo también puede incluir un dispositivo de alarma audible, en cuyo caso el dispositivo puede emitir una alarma audible utilizando el dispositivo de alarma audible.
- 25 En algunas formas de realización, un dispositivo remoto inicia una comunicación enviando una solicitud a un servidor. El servidor determina si el servidor es capaz de comunicarse con cada uno de los nodos de red de parque eólico y transmite un estado de las comunicaciones en la red de parque eólico al dispositivo remoto. El dispositivo remoto puede estar configurado o programado para emitir periódicamente dicha solicitud (es decir, "sondear" al servidor), recibir una respuesta procedente del servidor y volver a mostrar la representación gráfica del estado de las comunicaciones.
- 30 En algunas formas de realización, el servidor está programado para almacenar en una memoria una versión en memoria caché del estado de las comunicaciones con una fecha y una hora en la que el servidor determinó la versión en memoria caché del estado de las comunicaciones. El dispositivo remoto está configurado para proporcionar con una solicitud de estado de las comunicaciones una fecha y una hora de la solicitud más reciente que el dispositivo remoto ha emitido para el estado de las comunicaciones. Cuando el servidor recibe la solicitud, el servidor determina el estado de las comunicaciones actual y compara el estado de las comunicaciones determinado con el estado de las comunicaciones en memoria caché. Si los estados de comunicación determinado y en memoria caché coinciden, y si la fecha y la hora proporcionadas por el dispositivo remoto son más recientes que la fecha y la hora asociadas con el estado de las comunicaciones en memoria caché, el servidor responde indicando al dispositivo remoto que el estado de las comunicaciones actual coincide con el estado de las comunicaciones que el dispositivo remoto ha recibido más recientemente. De este modo, el servidor transmite menos datos al dispositivo remoto.
- 45 En algunas formas de realización, el servidor inicia la comunicación. Por ejemplo, el servidor puede determinar y transmitir periódicamente el estado de las comunicaciones al dispositivo remoto. El servidor también puede difundir el estado de las comunicaciones o publicar el estado de las comunicaciones en una cola de mensajes, en cuyo caso el dispositivo remoto monitoriza un canal de comunicación o una cola de mensajes en busca de mensajes que contengan el estado de las comunicaciones procedente del servidor. El servidor puede mantener una memoria caché, según se ha descrito anteriormente, y difundir o publicar el estado de las comunicaciones sólo cuando el servidor detecta que el estado de las comunicaciones determinado no coincide con el estado de las comunicaciones en memoria caché.
- 50 Las formas de realización que se describen en este documento proporcionan una representación gráfica del estado de las comunicaciones dentro de una red de parque eólico. Un usuario que observe dicha representación gráfica puede evaluar rápidamente el estado de la red e identificar los enlaces de comunicación que no funcionan correctamente. El estado de una red de parque eólico se puede observar de forma remota, eliminando los gastos y retrasos asociados a visitar físicamente un parque eólico. Además, dado que un usuario puede ver el estado de las comunicaciones de numerosas redes de parque eólico de forma remota, el personal de soporte a la red para parques eólicos distribuidos geográficamente puede estar centralizado.
- 60 Anteriormente se han descrito en detalle formas de realización de ejemplo de un sistema de monitorización de una red de parque eólico. El sistema de monitorización, la turbina eólica y los ensamblajes incluidos no se limitan a las formas de realización específicas que se describen en este documento, sino que cada
- 65

componente puede ser utilizado independientemente y por separado de otros componentes que se describen en este documento.

- 5 Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo la modalidad preferida, y también para permitir a cualquier persona experta en la materia llevar a la práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualesquiera dispositivos o sistemas y la realización de cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (200) para monitorizar un estado de comunicaciones en una red de parque eólico desde un dispositivo remoto (210), que comprende:
- 5 una primera turbina eólica que comprende un primer nodo de red acoplado comunicativamente con la red de parque eólico; y
un servidor (235) que comprende:
- 10 una primera interfaz de comunicación (255) acoplada comunicativamente con la red de parque eólico y programada para determinar un primer estado de conexión para el primer nodo de red (260), indicando el primer estado de conexión si el servidor es capaz de comunicarse con el primer nodo de red;
- una segunda interfaz de comunicación (240) acoplada comunicativamente con el dispositivo remoto y configurada para transmitir al dispositivo remoto un estado de red que comprende el primer estado de conexión; y
- 15 un primer procesador (225) acoplado operativamente con la primera interfaz de comunicación y con la segunda interfaz de comunicación;
- en el que el sistema comprende el dispositivo remoto, y el dispositivo remoto (210) comprende:
- una tercera interfaz de comunicación (230) que acopla comunicativamente la segunda interfaz de comunicación (240) con el dispositivo remoto, la tercera interfaz de comunicación configurada para recibir el estado de la red procedente del servidor (235);
- 20 un dispositivo de visualización (215) configurado para mostrar una representación gráfica del estado de la red;
- un segundo procesador (245) acoplado operativamente con la tercera interfaz de comunicación y con el dispositivo de visualización; y
- 25 en el que la representación gráfica del estado de la red comprende:
- una representación gráfica del servidor (235);
una representación gráfica del primer nodo de red (260);
una representación gráfica del primer estado de conexión;
- 30 en el que la primera turbina eólica (100) comprende además un segundo nodo de red acoplado comunicativamente con la red de parque eólico;
- en la que la primera interfaz de comunicación (255) está programada además para determinar un segundo estado de conexión para el segundo nodo de red, indicando el segundo estado de conexión si el servidor es capaz de comunicarse con el segundo nodo de red; y
- en el que el estado de la red comprende además el segundo estado de conexión.
- 35 2. Un sistema (200) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una segunda turbina eólica, en el que:
- la segunda turbina eólica comprende un tercer nodo de red acoplado comunicativamente con la red de parque eólico;
- 40 la primera interfaz de comunicación (255) está programada además para determinar un tercer estado de conexión para el tercer nodo de red, indicando el tercer estado de conexión si el servidor es capaz de comunicarse con el tercer nodo de red; y
- el estado de la red comprende además el tercer estado de conexión.
3. Un sistema (200) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que:
- 45 la primera interfaz de comunicación (255) está configurada además para detectar el primer nodo de red (260) y el segundo nodo de red;
- el servidor comprende además una memoria (250) que está configurada para almacenar una colección de nodos de red detectados que comprende el primer nodo de red y el segundo nodo de red; y
- 50 la primera interfaz de comunicación está configurada para determinar un estado de conexión para cada uno de entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red de la colección para determinar el primer estado de conexión y el segundo estado de conexión.
4. Un sistema (200) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el primer estado de conexión comprende además uno o más de los siguientes elementos: una dirección de red del primer nodo de red (260), un identificador de hardware del primer nodo de red, una cantidad de datos transmitidos por el primer nodo de red, una cantidad de datos recibidos por el primer nodo de red, un tiempo transcurrido desde que el servidor pasó a ser capaz de comunicarse con el primer nodo de red, y una fecha y una hora en que el servidor (235) pasó a ser capaz de comunicarse con el primer nodo de red.

FIG. 1

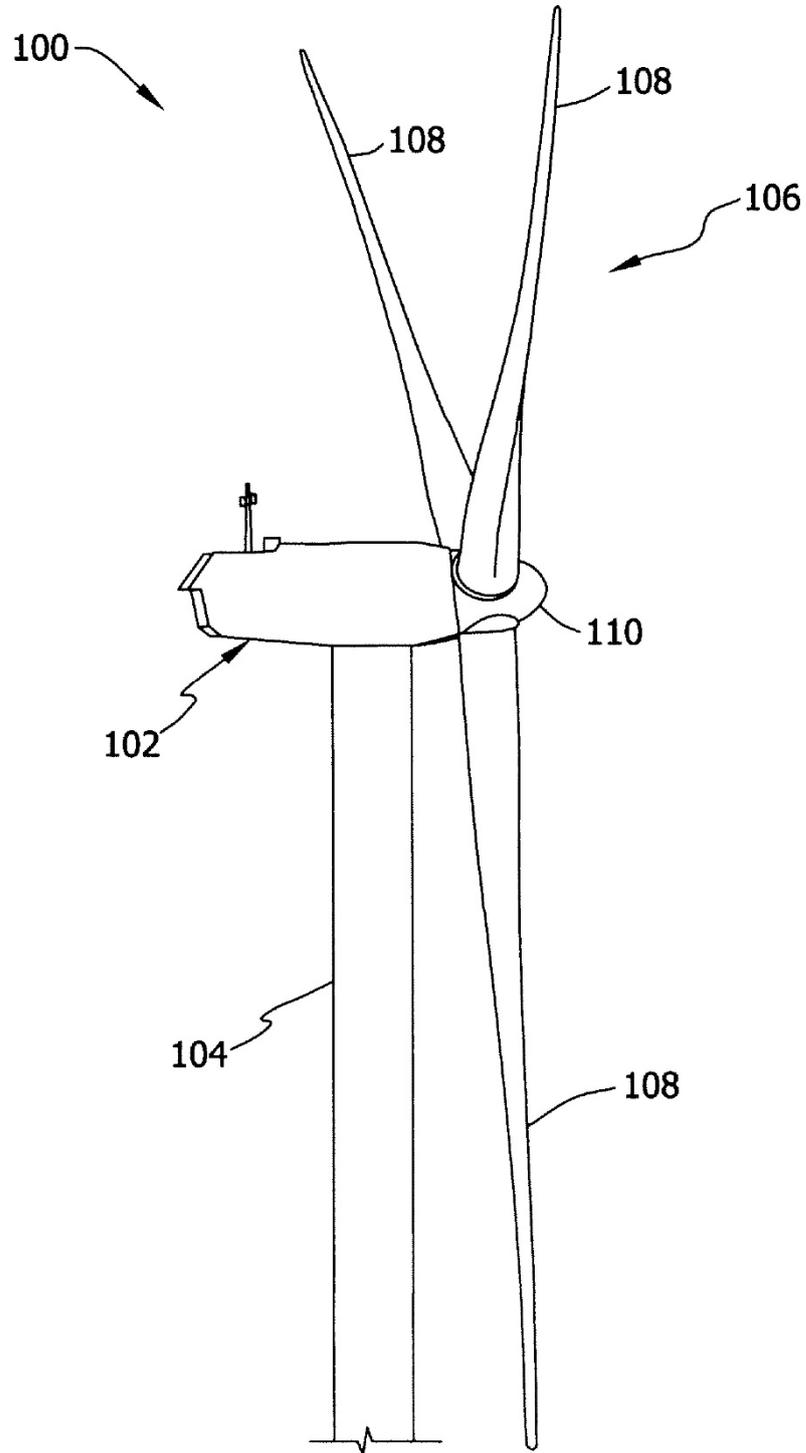


FIG. 2

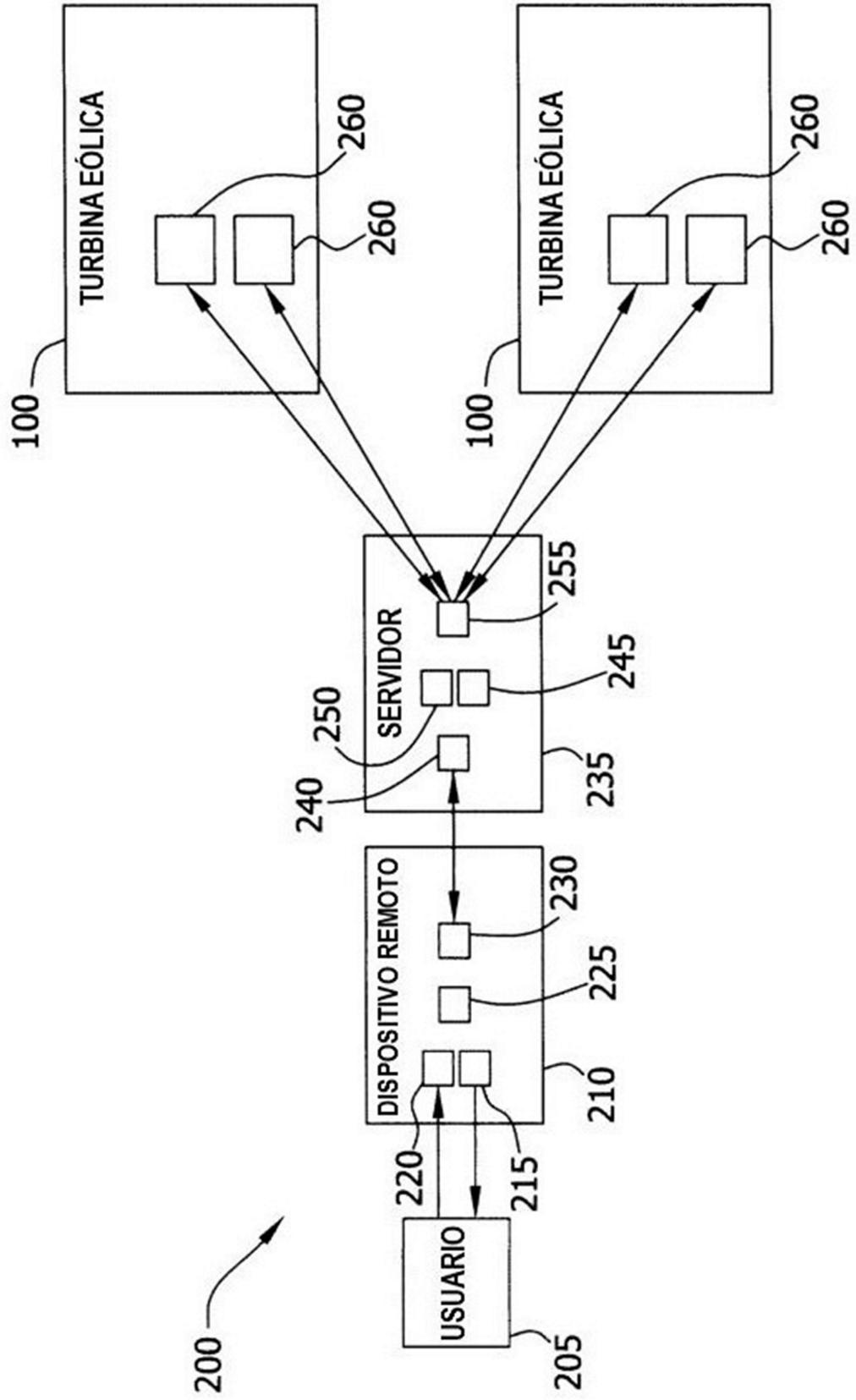


FIG. 3

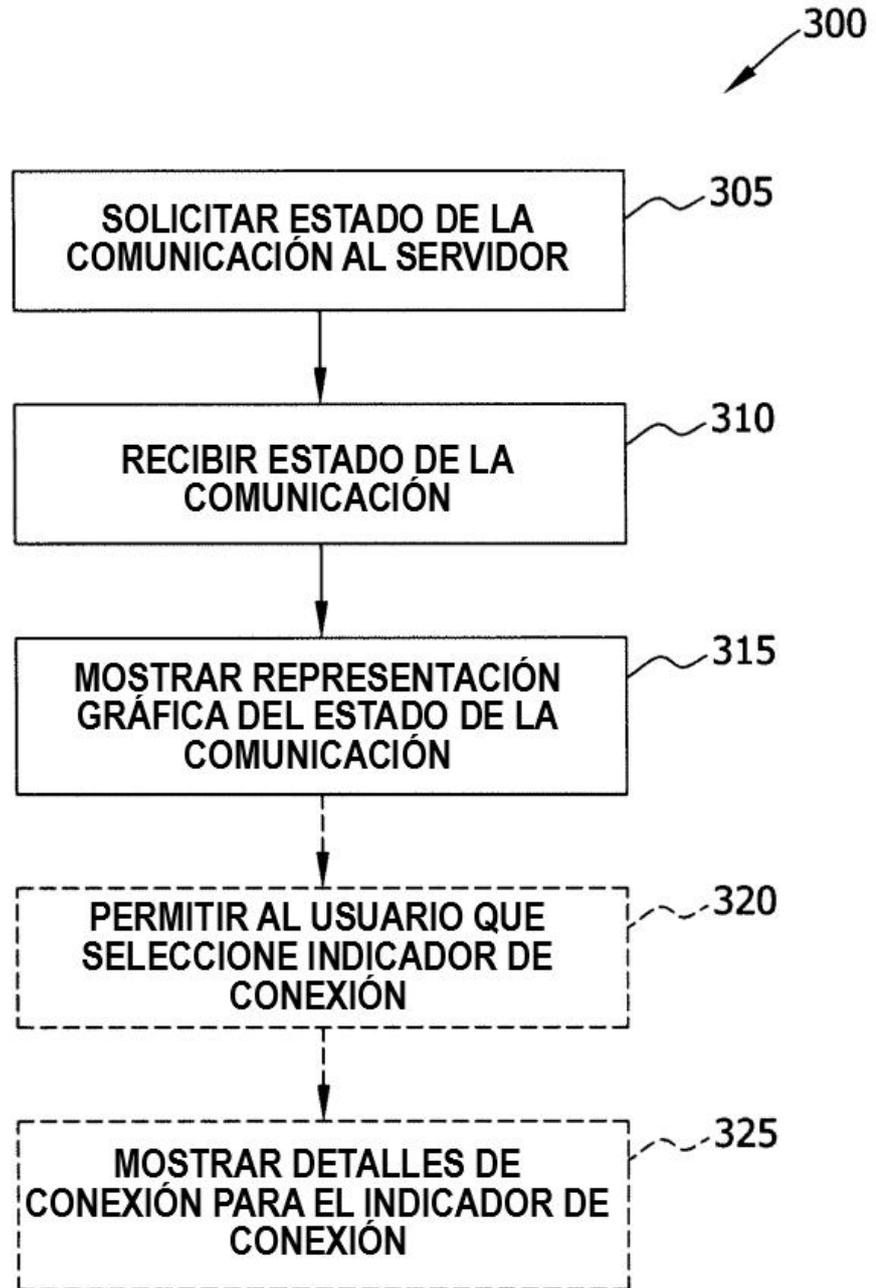


FIG. 4

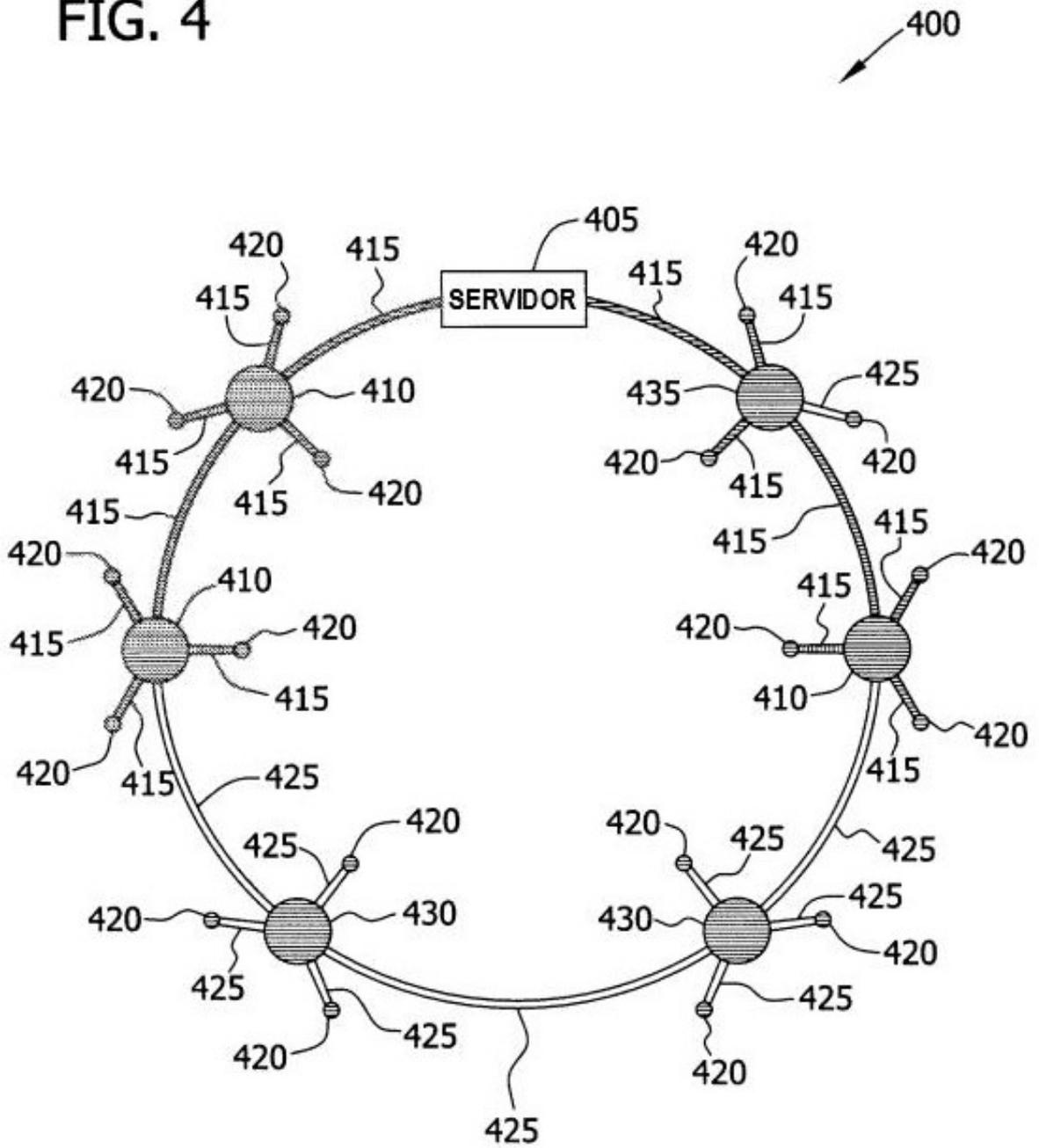


FIG. 5

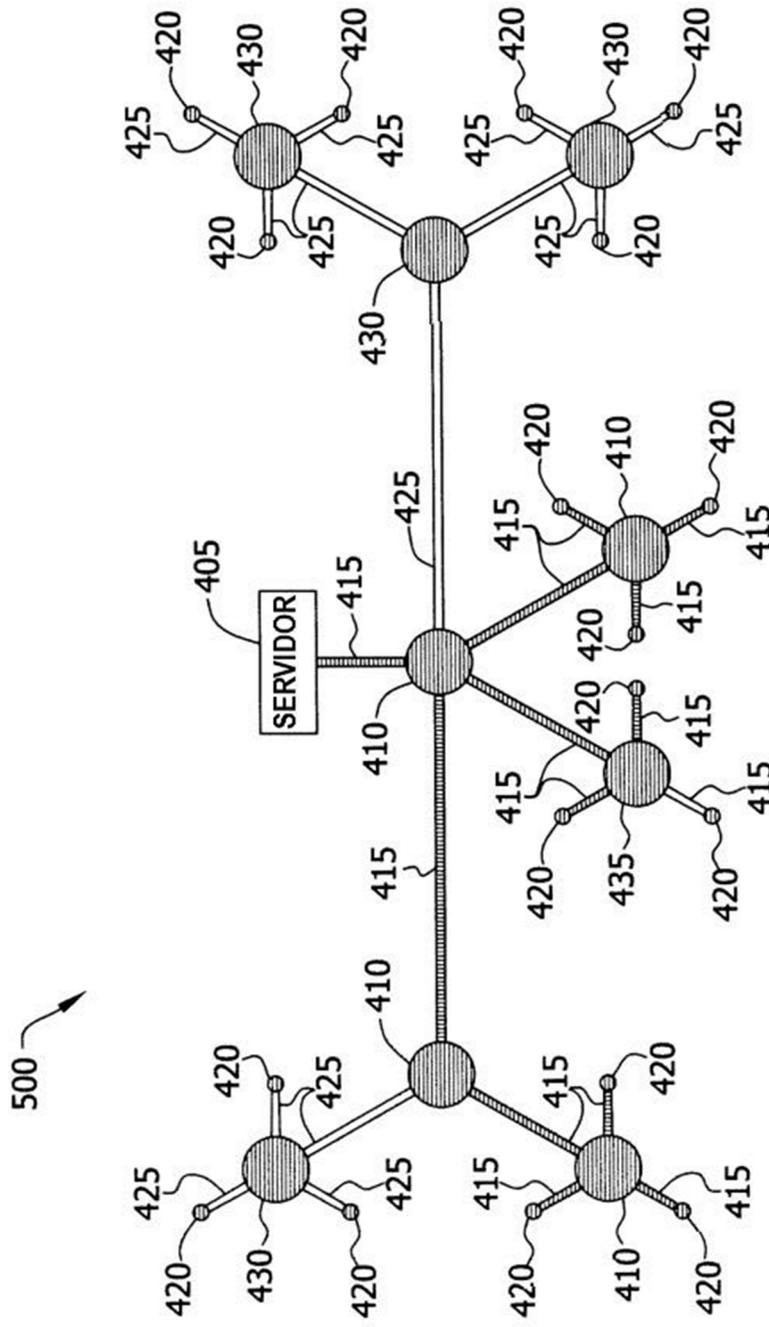


FIG. 6

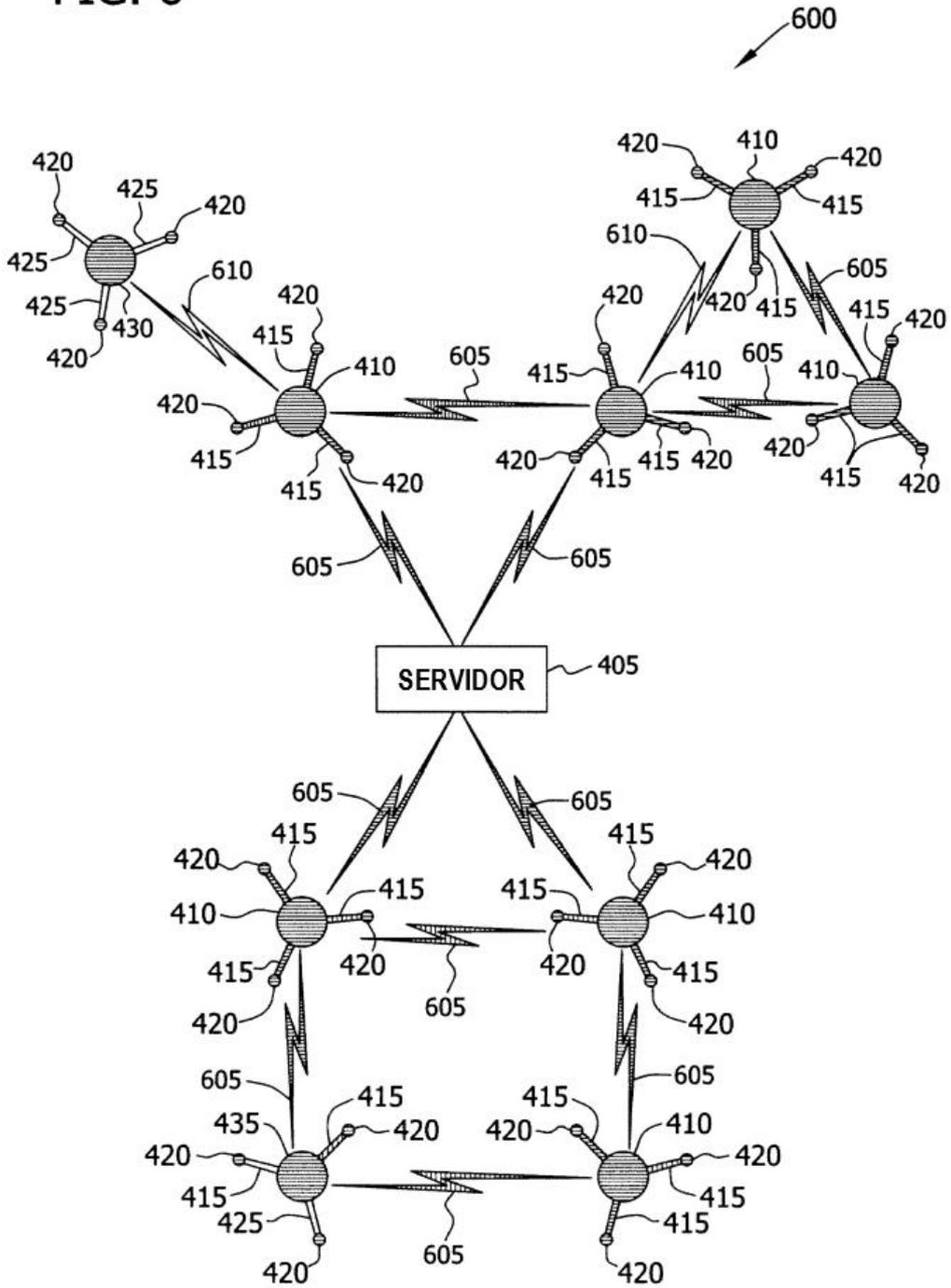


FIG. 7

