

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 549**

51 Int. Cl.:

H04L 12/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2006** **E 06255440 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020** **EP 1808768**

54 Título: **Sistema automático de monitorización y diagnóstico remoto y procedimiento de comunicación entre un controlador lógico programable y una unidad central**

30 Prioridad:

27.10.2005 US 260324

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

04.11.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JAMMU, VINAY BHASKAR;
GRAICHEN, CATHERINE MARY;
KIRCHNER, ANDREAS;
SMOLENSKI, ARNIM;
MORJARIA, MAHESH AMRITLAL;
DE, SOUMEN;
BUREAU, AURELIE y
WEIMER, VIKTOR

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 791 549 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 automático de Monitorización y Diagnóstico remoto y procedimiento de comunicación entre un controlador lógico programable y una unidad central

5

TÉCNICA ANTERIOR

Esta invención se refiere en general a un sistema de monitorización y diagnóstico y, más en particular, a un procedimiento de comunicación, en particular a un procedimiento de comunicación entre un controlador lógico programable y una unidad central. Los sistemas de Monitorización y Diagnóstico (sistemas de M&D) son comúnmente usados cuando unos aparatos necesitan ser monitorizados. Dichos sistemas son particularmente útiles si es necesario monitorizar una pluralidad de aparatos que están dispersos en una zona extensa o que son, de otro modo, de difícil o incómodo acceso (sistemas de Monitorización y Diagnóstico Remotos, o sistemas de RM&D). Por ejemplo, dada la dispersión geográfica de las turbinas eólicas, no suele ser factible que un operador se encuentre en una turbina eólica determinada. Otros ejemplos incluyen paneles solares, aparatos médicos, ascensores, locomotoras, sistemas de control del tráfico y otros similares. Los sistemas de M&D incluyen sensores en los aparatos que indican fallos y líneas de comunicación para transmitir las señales de los sensores a una ubicación central, en la que un operador humano puede analizar las señales y tomar las medidas adecuadas, como también se puede ver en el documento US 6.298.308 B1.

10

15

20

Un tema relacionado con los sistemas de M&D es el tiempo de respuesta, es decir, el lapso de tiempo entre el evento del fallo y el inicio de las acciones apropiadas. Se desea que los tiempos de respuesta sean cortos, porque, por ejemplo, los fallos en los aparatos pueden dar lugar a la indisponibilidad de los mismos, a más daños en los aparatos o a un aumento del riesgo (por ejemplo, en el caso de equipos médicos o de sistemas de control de tráfico).

25

En los sistemas de M&D, el tiempo de respuesta depende de la disponibilidad de un operador humano. Por ejemplo, si falla una turbina eólica conectada a un sistema de M&D, normalmente detiene su operación hasta que un operador sea capaz de analizar su condición, para establecer que un reinicio de la turbina es factible y para realizar el reinicio. Durante dicho período, la turbina no está disponible y no produce energía. Para mejorar el tiempo de respuesta, el operador debe estar disponible cuando se avería la turbina. Sin embargo, la disponibilidad permanente del operador es costosa y no garantiza un corto tiempo de respuesta, por ejemplo, en el caso de fallos simultáneos en múltiples aparatos.

30

35

Los procedimientos de comunicación entre controladores lógicos programables y otros sistemas han utilizado, en la mayoría de los casos, protocolos estáticos, es decir, protocolos en los que los elementos de datos se transmiten de acuerdo con una estructura predeterminada. Estos protocolos son difíciles de extender. Por ejemplo, las posiciones en las que se puede encontrar la información y también el tipo y la longitud de cada punto de datos suelen ser los mismos y no tienen ningún aspecto dinámico. También se conocen los protocolos que permiten una transmisión de datos más flexible desde o hacia controladores lógicos programables, por ejemplo los protocolos según las normas IEC 60870-5-104 y JEC 61850. Estos protocolos permiten la transmisión de datos junto con información relativa a la estructura de los datos transmitidos. Sin embargo, tanto los datos como la información se transmiten en el mismo canal, por lo que el rendimiento del protocolo se acaba degradando. Además, puede ser conveniente establecer una clara distinción entre datos en bruto e información, por ejemplo, para una compatibilidad opcional con respecto a otros protocolos estáticos.

40

45

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En un aspecto, se proporciona un sistema de monitorización y diagnóstico según la reivindicación 1.

50

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Ahora se describirán formas de realización de la presente invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

55

La Figura 1 es una vista esquemática de un sistema de monitorización y diagnóstico;
 La Figura 2 es una vista esquemática de una unidad monitorizada;
 La Figura 3 es una vista esquemática de una unidad de monitorización;
 La Figura 4 ilustra un procedimiento de comunicación entre un controlador lógico programable y una unidad central.

60

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En vista de lo anterior, se proporciona un sistema de monitorización y diagnóstico que incluye, una unidad de monitorización y una unidad monitorizada, y un medio de comunicación entre la unidad de monitorización y la unidad monitorizada. La unidad monitorizada incluye un medio de adquisición de datos para proporcionar datos sobre fallos de la unidad monitorizada y el medio de comunicación está adaptado para comunicar los datos sobre fallos por parte de la unidad monitorizada a la unidad de monitorización. La unidad de monitorización incluye un motor de razonamiento que tiene conocimiento de diagnóstico para

65

analizar la información contenida en los datos sobre fallos y que está adaptado para deducir información de diagnóstico a partir de dicho conocimiento de diagnóstico y de la información. De este modo, se proporciona un sistema para tratamiento automatizado de fallos en aparatos, por ejemplo, en una pluralidad de aparatos ubicados de forma remota, con el uso de conocimiento de diagnóstico, combinando un sistema de monitorización y diagnóstico con un motor de razonamiento, tal como por ejemplo un motor de análisis experto basado en reglas que comprende conocimiento de diagnóstico. Dichos motores de razonamiento se utilizan normalmente en aplicaciones de bases de datos, en las que se utilizan para analizar conjuntos complejos de datos y para deducir decisiones apropiadas. Entre los ejemplos cabe citar motores de tarjetas de clasificación para decisiones sobre créditos bancarios, o sistemas de corrección ortográfica en procesadores de texto.

El sistema de monitorización y diagnóstico también puede proporcionar información de diagnóstico, es decir, información relacionada con la naturaleza o el origen de un fallo o avería. El sistema también puede proporcionar sugerencias sobre las siguientes etapas para el diagnóstico o la reparación del aparato. El motor de razonamiento incluye un medio para analizar los datos sobre fallos del aparato y aplicar el conocimiento de diagnóstico para determinar un curso de acción. El conocimiento de diagnóstico puede ser actualizado fácilmente a medida que aumenta el conocimiento / experiencia en procedimientos de fallos de conexión.

Una ventaja de la presente invención es que se puede minimizar la necesidad de acceso local humano y de acceso remoto humano a los aparatos. Otra ventaja es que se puede lograr una reducción del tiempo de respuesta. Otra ventaja es que se mejora la eficiencia de los costes. Otra ventaja es que se mejora la consistencia para el tratamiento de fallos en aparatos, porque debido al conocimiento de diagnóstico, el sistema pasa por procedimientos de tratamiento de fallos y etapas de análisis bien definidos.

En un aspecto, el motor de razonamiento incluye al menos un elemento de entre un grupo que comprende redes de creencias bayesianas, motores de causalidad, motores de reglas, árboles de decisión, árboles de clasificación, motores de simulación, redes neuronales, comparaciones de bases de datos y combinaciones de los mismos. El conocimiento de diagnóstico incluye al menos un elemento de entre un grupo que comprende gráficos bayesianos, procedimientos, conjuntos de reglas de experto, entradas en bases de datos y combinaciones de los mismos. Además, el motor de razonamiento está adaptado para analizar una relación cruzada entre una pluralidad de fallos contenidos en los datos sobre fallos, y el sistema de M&D incluye un medio de control para controlar los ajustes o parámetros de trabajo de la unidad monitorizada. Además, el sistema de M&D incluye una base de datos que registra datos sobre fallos e información de diagnóstico para su uso posterior. Además, el sistema de M&D incluye un medio para actualizar el conocimiento de diagnóstico e incluye una pluralidad de unidades monitorizadas. El motor de razonamiento está adaptado para proporcionar, en función de la información contenida en los datos sobre fallos, sugerencias sobre posibles etapas siguientes a realizar. El motor de razonamiento está adaptado además para determinar e iniciar, en función de la información contenida en los datos sobre fallos, un curso de acción que se debe adoptar. El sistema de M&D también incluye un medio de validación cruzada para comprobar si el curso de acción iniciado se ha realizado con éxito y la unidad de monitorización es monitorizada de forma remota desde la unidad monitorizada, es decir, por ejemplo, separada de la unidad monitorizada, situada a una distancia superior a 10 m, 100 m, 1 km o 10 km, o en una ubicación de acceso difícil o incómodo desde la unidad de monitorización.

En un aspecto, la unidad monitorizada es una turbina eólica, y un posible curso de acción a realizar es un reinicio automático de la turbina eólica. El medio de comunicación es tal que los datos sobre fallos a comunicar se pueden seleccionar, por ejemplo, por fallo, por tipo de fallo, por unidad monitorizada o por clúster de unidades monitorizadas. El sistema de monitorización y diagnóstico comprende una unidad de monitorización y una unidad monitorizada situada de forma remota con respecto a la unidad de monitorización, y un medio de comunicación entre la unidad de monitorización y la unidad monitorizada, en el que la unidad monitorizada comprende un medio de adquisición de datos para proporcionar datos sobre fallos de la unidad monitorizada, el medio de comunicación está adaptado para comunicar los datos sobre fallos por parte de la unidad monitorizada a la unidad de monitorización, y la unidad de monitorización comprende un motor de razonamiento que comprende conocimiento de diagnóstico para analizar la información contenida en los datos sobre fallos y que está adaptado para deducir información de diagnóstico a partir de dicho conocimiento de diagnóstico y de dicha información. Además, se proporciona un procedimiento de comunicación entre un primer controlador lógico programable y al menos uno de entre un segundo controlador lógico programable y una unidad central, en el que se proporciona un archivo de descripción.

Se proporciona un procedimiento de comunicación entre un primer controlador lógico programable y al menos uno de entre un segundo controlador lógico programable y una unidad central, que incluye el primer controlador lógico programable y al menos uno de entre el segundo controlador lógico programable y la unidad central comunicándose elementos de datos a través de un canal de comunicación de acuerdo con una estructura de transferencia esencialmente determinista. Además, el primero y el al menos uno de entre el segundo controlador lógico programable y la unidad central proporcionan un archivo de descripción

separado que contiene una descripción de la información contenida en los elementos de datos o en la secuencia de elementos de datos.

5 El archivo de descripción, por ejemplo, un archivo XML, permite localizar en la secuencia de comunicación un punto de datos particular que corresponde a una información en particular. En un aspecto adicional de la invención, el archivo de descripción es un archivo XML. En el canal de comunicación estático, o de acuerdo con la estructura de transferencia, los elementos de datos se transmiten en una secuencia predeterminada, de manera que la información se transmite en un orden fijo en la secuencia de elementos de datos. En un aspecto adicional de la invención, los elementos de datos en el canal de comunicación, o de acuerdo con la estructura de transferencia, no contienen elementos de descripción. En un aspecto adicional, el archivo de descripción se transmite entre el primer controlador lógico programable y al menos uno de entre el segundo controlador lógico programable y la unidad central de forma cíclica con un ciclo especificable. En un aspecto adicional, el archivo de descripción se transmite entre el primer controlador lógico programable y al menos uno de entre el segundo controlador lógico programable y la unidad central en respuesta a un evento o condición predefinidos.

20 Según una forma de realización de la invención, se transmite el archivo de descripción, y a continuación se transmiten los datos en bruto a través del canal de comunicación. Opcionalmente, los datos en bruto se transmiten periódicamente, mientras que el fichero de descripción sólo se transmite una vez en una comunicación y describe los datos en bruto de cada período.

25 Una ventaja de este procedimiento de comunicación es que el segundo controlador lógico programable o la unidad central pueden estar habilitados para localizar datos proporcionados por el primer controlador lógico programable por sí mismo, o viceversa. Por medio del archivo de descripción, es posible localizar una información en particular, o punto de datos, y saber en qué estructura proporcionada se podría leer. Además, es posible localizar los datos relevantes, es decir, los valores detrás de los cuales se encuentra un suministro real de interés. Además, es posible transferir datos para su uso para una autoconfiguración. En una forma de realización, los datos y la información se transmiten a través de canales separados, lo que permite una buena operación del protocolo. Además, una clara distinción entre datos en bruto e información permite una compatibilidad opcional con respecto a otros protocolos.

35 La Figura 1 ilustra una forma de realización de una unidad de monitorización 100 conectada a través de un medio de comunicación 102 a una pluralidad de unidades monitorizadas 104 ubicadas de forma remota. Tal como se utiliza en el presente documento, el término remoto se refiere a cualquier unidad que esté físicamente separada o distanciada de la unidad de monitorización en más de una cierta distancia (por ejemplo, más de 100m, 1km o 10km) o que, de otra manera, sea de acceso directo difícil o inconveniente. Alternativamente, el medio de conexión 102 se divide en una red 106 para un clúster de las unidades monitorizadas y una conexión 108 entre la red 106 y la unidad de monitorización 100. El clúster de unidades monitorizadas 100 puede incluir una o diversas o todas las unidades, y también pueden estar presentes diversos clústeres. La red 106 suele ser una red de área local y el medio de comunicación 102 utiliza, en algunas formas de realización, conexiones dedicadas, tales como líneas T1, o conexiones de módem telefónico, conexiones por cable, por fibra óptica, por conexión inalámbrica y otros medios de conexión. El medio de comunicación 102 incluye también, en una forma de realización, elementos adicionales de infraestructura, tales como un servidor de red, un enrutador, etc. Normalmente, se usa un protocolo de transferencia de archivos (ftp) para mover archivos de datos de una unidad a otra. Sin embargo, también se pueden utilizar protocolos de correo electrónico, TCPIIP, I-JTTP y otros.

50 La unidad monitorizada 104 se ilustra con más detalle en la Figura 2. Incluye un sistema 110 para controlar la unidad monitorizada 104 y para proporcionar datos sobre fallos, que está conectado al medio de comunicación 102 a través de una interfaz de comunicación 112. El término datos sobre fallos está destinado a incluir datos o mensajes que sólo se envían en el caso de un evento de fallo, y que pueden contener información sobre la naturaleza del fallo. El término datos sobre fallos, en una forma de realización, incluye también datos o mensajes que se envían con independencia de que se produzca o no un fallo, y que pueden contener información sobre la ocurrencia de un fallo y, opcionalmente, sobre la naturaleza del fallo. El sistema 110 de control de la unidad monitorizada y de suministro de datos sobre fallos incluye al menos un sensor 114 para medir datos de la unidad monitorizada 104, por ejemplo, sensores de viento, sensores para la operación mecánica de la unidad, sensores de voltaje, sensores de corriente, y/o cualquier otro sensor que detecte datos de la unidad monitorizada 104 o de su entorno que son relevantes para la operación de la unidad monitorizada 104. El sistema 110 comprende además un medio de procesamiento de datos 116, por ejemplo, un controlador lógico programable, para procesar los datos medidos en los sensores 114, y una unidad central 118 para controlar las funciones de la unidad monitorizada 104. Los sensores 114 están conectados a un medio de procesamiento de datos 116, que está conectado a la unidad central 118, que a su vez está conectada a la interfaz de comunicación 112. En una forma de realización adicional, el sistema 110 incluye un medio de control 120 para controlar o influir en la unidad monitorizada 104, por ejemplo, un mecanismo de reinicio, un mecanismo para la desconexión controlada de la unidad monitorizada 104, un freno, un conmutador para activar una unidad de sustitución o un dispositivo para la reducción controlada de la actividad de la unidad monitorizada 104. En una forma de realización, el medio

de control 120 está conectado a la unidad central 118, a través del medio de procesamiento de datos 116, por ejemplo, un controlador lógico programable. El medio de procesamiento de datos 116 para los sensores 114 y el medio de procesamiento de datos 116 para el medio de control 120, en una forma de realización, son dos unidades separadas según se muestra en la Figura. Alternativamente, son la misma unidad.

5

La Figura 3 ilustra la unidad de monitorización 100 que incluye un dispositivo informático o una red de dispositivos informáticos. La unidad de monitorización 100 incluye una interfaz de comunicación 122 conectada al medio de comunicación 102 para recibir datos sobre fallos procedentes de las unidades monitorizadas 104 y para comunicarse con las unidades monitorizadas 104. En una forma de realización, la interfaz de comunicación 122 incluye al menos uno de entre un módem, un enrutador y una tarjeta de red. La unidad monitorizada 104 incluye además un motor de razonamiento 124, por ejemplo, un motor de reglas, para analizar los datos sobre fallos y para proporcionar información de diagnóstico, y opcionalmente para sugerir posibles próximas etapas a seguir y/o para iniciar medidas correctivas automáticas en la unidad monitorizada 104, tales como un reinicio, una desconexión controlada, un frenado, la activación de una unidad de sustitución o una reducción controlada de la actividad. En una forma de realización, el motor de razonamiento 124 incluye un conocimiento de diagnóstico 126, por ejemplo, un conjunto de reglas de experto, y un procesador 128. El motor de razonamiento 124 está conectado además a un dispositivo de entrada opcional 130, un dispositivo de salida 132 y una base de datos de servicio opcional 134.

10

15

20

25

30

35

El motor de razonamiento 124 está conectado a la interfaz de comunicación 122 ya sea directamente o a través de un medio opcional de análisis 136 para analizar los datos sobre fallos entrantes y para generar a partir de los datos sobre fallos unos valores que puedan ser leídos por el motor de razonamiento 124. La conexión comprende además, opcionalmente, un procesador 138 para enviar señales a la unidad monitorizada 104, por ejemplo, para transmitir comandos para iniciar acciones correctivas. A continuación se describe la operación de los componentes que se muestran en las Figuras 1 – 3. Durante la operación normal de la unidad monitorizada 104, los sensores 114 controlan regularmente la operación de la unidad 104. Los datos son procesados por el medio de procesamiento de datos 116, y se transmite información a la unidad central 118 para controlar la unidad monitorizada 104. En este caso, se procesan adicionalmente los datos y se generan datos sobre fallos. A continuación, se transmiten los datos sobre fallos a la unidad de monitorización 100, a través de la interfaz de comunicación 112 de la unidad monitorizada 104, el medio de comunicación 102, y la interfaz de comunicación 122 de la unidad de monitorización 100. Los datos sobre fallos pueden ser procesados a continuación por el medio de análisis 136 y se transmiten al motor de razonamiento 124. Allí, el procesador 128 analiza los datos sobre fallos de acuerdo con el conocimiento de diagnóstico 126.

40

Como resultado del análisis, se genera información de diagnóstico y se suministra como salida en el dispositivo de salida 132. La información de diagnóstico incluye información sobre el origen o la naturaleza de un fallo, más detalles sobre el fallo, por ejemplo, hora, ubicación, gravedad, duración, información resumida sobre el fallo y similares. Opcionalmente, se puede generar una sugerencia para las siguientes etapas.

45

Además, el motor de razonamiento 124 también puede iniciar una acción automática apropiada en la unidad monitorizada 104. En este caso, la solicitud de esta acción se envía a la unidad monitorizada 104. De este modo, la solicitud es procesada opcionalmente por un procesador 138 para el envío de señales, y a continuación se envía a la unidad monitorizada 104 a través de la interfaz de comunicación 122 y el medio de comunicación 102. En la unidad monitorizada 104, la señal de solicitud es recibida, a través de la interfaz de comunicación 112, por la unidad central 118. Si procede, es transmitida al medio de procesamiento de datos 116 y al medio de control 120 para ejecutar la solicitud.

50

55

60

65

En una forma de realización, para que el motor experto de razonamiento 124 complete el análisis, se requieren datos adicionales que van más allá del fallo en sí mismo. Estos datos, en una forma de realización, incluyen otros fallos que se producen en pocos segundos, ajustes de parámetros en la unidad monitorizada 104, condiciones ambientales, por ejemplo, velocidad del viento y temperatura, si se están enviando todos los mensajes de fallo, información histórica del fallo y otros datos. En una forma de realización de la invención, el sistema 110 para controlar la unidad monitorizada 104 y para proporcionar datos sobre fallos recoge los datos para transmitirlos a la unidad de monitorización 100 o al sistema centralizado. La elección de los datos a transmitir depende de los costes de comunicación y de la capacidad de diagnosticar el fallo específico. Cuando el medio de comunicación 102 proporciona una conectividad de alta velocidad, el deseo es enviar una gran cantidad de datos. Sin embargo, el medio de comunicación 102, en una forma de realización, también contiene dispositivos de comunicación, tales como módems telefónicos, y las velocidades de transmisión pueden variar. Un aspecto de la invención es proporcionar datos de configuración al sistema 110 para controlar la unidad monitorizada 104 y para proporcionar datos sobre fallos que permitan seleccionar los datos por fallo y por unidad monitorizada 104. Por ejemplo, el tiempo y el coste de la comunicación se pueden ajustar a respectivas necesidades al mismo tiempo que todavía se alcanzan los objetivos de disponibilidad deseados con respecto a los datos sobre fallos y la reacción apropiada de la unidad de monitorización 100.

Por ejemplo, para hacer frente a la posibilidad de que la unidad monitorizada 104 haya cambiado de estado entre el envío de un mensaje de fallo o avería a la unidad de monitorización 100 y la recepción de una solicitud para adoptar medidas apropiadas procedente de la unidad de monitorización 100, en esta forma de realización no se comunican grandes cantidades de datos. En cambio, el sistema 110 para controlar la unidad monitorizada 104 y para proporcionar datos sobre fallos comparará el estado actual de la unidad monitorizada 104 con el estado de cuando se envió el mensaje de fallo. Si la condición es la misma, entonces el sistema 110 para controlar la unidad monitorizada 104 y para proporcionar datos sobre fallos procesa la solicitud. En ambas circunstancias, se envía un mensaje de respuesta a la unidad de monitorización 100 para su confirmación. El estado de la unidad monitorizada 104 se define como modificado si se han producido nuevos fallos desde el mensaje original, o si la unidad monitorizada estaba sujeta a otras solicitudes.

Los datos recuperados de la unidad monitorizada 104 pueden llegar de diversas formas. De este modo, el medio opcional de análisis 136 en esta invención puede interpretar los datos recuperados de la unidad monitorizada 104 y puede construir la entrada variable en una forma adecuada para el motor de razonamiento 124 o para el conocimiento de diagnóstico 126. En una forma de realización, la entrada a este componente también es configurable, en particular para recuperar los ajustes esperados de la unidad monitorizada 104 y los límites de la frecuencia histórica de fallos. El componente de análisis 136, el motor de razonamiento 124 y el conocimiento de diagnóstico 126 están diseñados para funcionar conjuntamente. Aunque se pueden tomar decisiones específicas para implementar algunos cálculos en el componente de análisis 136, otras formas de realización los implementan dentro de los otros componentes.

El motor de razonamiento 124 incluye un procesador de cálculo 128 en el que un programa de software interpreta el conocimiento de diagnóstico 126 y las variables de entrada para la regla ejecutada. El motor de razonamiento 124, en una forma de realización, crea mensajes de recomendación que representan la información de diagnóstico a través del dispositivo de salida 132. El motor de razonamiento 124, en una forma de realización adicional, también crea sugerencias para etapas adicionales, o acciones que se deben seguir. Las acciones incluyen, en una forma de realización, acciones de servicio que deben ser realizadas por, al menos, un ingeniero de servicio remoto y un ingeniero de servicio in situ, y/o acciones que deben ser realizadas automáticamente por el sistema 110 para controlar la unidad monitorizada 104 y para proporcionar datos sobre fallos. Las acciones automáticas se envían a través del procesador opcional para enviar señales 138, a la unidad monitorizada 104 apropiada según se ha descrito anteriormente.

Específicamente, el motor de razonamiento 124 es, en una forma de realización, un motor de reglas, o procesador basado en reglas, o sistema de reglas, que tiene un conjunto de reglas de experto como conocimiento de diagnóstico 126. Entonces, las reglas contienen la lógica de negocio para tratar cada fallo. Preferiblemente, el diseño de las reglas es robusto, de modo que, incluso cuando los datos de entrada son incompletos, las reglas permiten crear recomendaciones de diagnóstico adecuadas. Por ejemplo, si faltan datos de entrada, el texto de recomendación de diagnóstico puede indicar que ciertos datos están incompletos o no están disponibles, de modo que no se puede dar una recomendación definitiva, y que los ingenieros deben recuperar los datos manualmente y seguir los procedimientos de fallo. Si los datos no se pueden recuperar de la unidad monitorizada 104 (por ejemplo, si ya no se dispone de un historial de fallos), la salida podría ser que el ingeniero tenga que recuperar los datos de otras fuentes o de alguna otra manera para determinar la acción apropiada.

Normalmente, el estilo de las reglas para cada fallo es similar, aunque las variables específicas que se deben revisar varían. Como resultado, cada regla se implementa normalmente de forma manual. Normalmente se utiliza un procedimiento de prueba para validar que la regla se ha implementado correctamente. Este procedimiento de prueba incluye, en una forma de realización, la comprobación del resultado de las reglas con todas las combinaciones de las variables de entrada esperadas. Un aspecto adicional de las reglas es que se pueden analizar múltiples fallos simultáneamente. Dado que un fallo puede desencadenar otros fallos, es aconsejable que se evalúen todos los fallos activos actuales. Por ejemplo, en una forma de realización se realiza una determinada acción si esta acción no entra en conflicto con ninguno de los fallos detectados. Por lo tanto, las reglas se construyen generalmente de manera que, aunque cada fallo se evalúe independientemente, si alguna condición impide un evento para un fallo de los fallos activos, no se creará ninguna petición para el evento específico.

Como segundo ejemplo de un motor de razonamiento 124, se utiliza una red bayesiana en el sistema de monitorización y diagnóstico, en la cual, el conocimiento de diagnóstico 126 se representa como un gráfico bayesiano. Para más detalles sobre las redes bayesianas, véase Finn V. Jensen, Introduction to Bayesian Networks (Springer 1996).

Otros ejemplos de motor de razonamiento 124 incluyen los motores de causalidad, los motores de reglas, los árboles de decisión, los árboles de clasificación, los motores de simulación como los procedimientos de Monte Carlo y las simulaciones de modelos físicos subyacentes para la unidad monitorizada, las redes neuronales, las comparaciones de bases de datos y combinaciones de los mismos. Otros ejemplos para

ES 2 791 549 T3

una representación del conocimiento de diagnóstico 126 pueden ser entonces procedimientos, conjuntos de reglas de experto, entradas en bases de datos o combinaciones de los mismos.

- 5 El motor de razonamiento 124, en una forma de realización, utiliza un patrón avanzado de datos de fallos. Por ejemplo, la ocurrencia de un número predeterminado de fallos en una determinada turbina y en un intervalo de tiempo predeterminado. Los fallos se pueden filtrar o ponderar además por tipo de fallo, por tiempo, por una correlación con otros fallos o por otros factores. De esta manera, se puede analizar y explotar una relación cruzada entre una pluralidad de fallos con fines de diagnóstico.
- 10 El conocimiento de diagnóstico 126 se puede actualizar a medida que aumenta la experiencia de conocimiento sobre los procedimientos de fallo correctos. La actualización, en una forma de realización, se realiza automáticamente a través de aprendizaje automático, por ejemplo, en el contexto de redes neuronales o redes bayesianas. Alternativamente, la actualización se realiza manualmente, por ejemplo, utilizando la actualización de las reglas de experto en un motor de reglas.
- 15 La base de datos de servicio opcional 132 contiene el registro del fallo y las acciones correctivas de seguimiento para mantener un historial y una prueba de auditoría. Está físicamente compuesta de diversas tablas en al menos una instancia de base de datos verdadera. Estos datos se utilizan para documentar lo que ha ocurrido en el sistema. También se pueden utilizar interactivamente para una gestión de casos, aunque se utilizarían muchas otras características para un sistema de gestión de casos. La base de datos, en una forma de realización, proporciona una prueba de auditoría de las etapas del proceso de M&D con fines de depuración y de suministro de información histórica.
- 20 De acuerdo con una forma de realización, la unidad monitorizada 104 incluye una turbina eólica. Una posible medida correctiva en el caso de fallos en la turbina es su reinicio, lo que se puede provocar automáticamente a través del procesador 138 de la unidad de monitorización 100 para el envío de señales, y es realizado por el medio de control 120, que en esta forma de realización incluye un mecanismo de reinicio.
- 25 Las acciones correctivas en una turbina incluyen un reinicio de la turbina. Después del reinicio y de una fase de arranque opcional, la turbina vuelve a su operación normal. El reinicio es controlado automáticamente por los componentes del sistema de M&D. Otras posibles acciones incluyen acciones de servicio que deben ser realizadas por un ingeniero de servicio remoto o por un ingeniero de servicio in situ.
- 30 La Figura 4 ilustra un procedimiento de comunicación según una forma de realización adicional de la invención. El procedimiento se utiliza para una comunicación entre la unidad central 118 y el controlador lógico programable 116 en la unidad monitorizada 104, o entre dos Controladores Lógicos Programables 116 en la unidad monitorizada 104. Además, el procedimiento se utiliza en sistemas de control de gestión de parques eólicos. Sin embargo, lo anterior son sólo ejemplos ilustrativos y no limitan en modo alguno el alcance de la invención.
- 35 La unidad central 118 y el controlador lógico programable 116 están conectados a través de un bus de estación, al que están conectados opcionalmente otros dispositivos. Además, los componentes están conectados a través de una Ethernet o a través de una tecnología de conmutación de Ethernet, o a través de una tecnología similar. La conexión incluye una interfaz para herramientas de configuración para la unidad central 118 y/o para el controlador lógico programable 116. La conexión utiliza al menos una de entre líneas de cobre, consiste en fibras ópticas, tecnología de LAN inalámbrica y otros medios de conexión. La conexión incluye alternativamente elementos de infraestructura adicionales, tales como un servidor de red, un enrutador, un conmutador, etc.
- 40 El procedimiento de comunicación, o protocolo de comunicación, utiliza un canal de comunicación 140 para transmitir piezas de datos, o elementos de datos, o puntos de datos, de acuerdo con una estructura de transferencia esencialmente estática o determinista. Además, utiliza un archivo de descripción 142 para describir la información en el canal de comunicación estático 140.
- 45 Una estructura de transferencia esencialmente determinista controla la transferencia de elementos de datos según un conjunto predeterminado de reglas estáticas. Por ejemplo, los elementos de datos se transmiten en una secuencia predeterminada, de manera que la información se transmite en un orden fijo en la secuencia de elementos de datos. En particular, este ejemplo incluye secuencias en las que el orden de los elementos de datos es fijo, de modo que en cada comunicación, la posición en la que se puede encontrar una información en particular es la misma en la secuencia de elementos de datos. Sin embargo, una estructura de transferencia esencialmente determinista también incluye variaciones de esas secuencias de orden fijo, en las que la longitud de un determinado conjunto de elementos de datos es variable según reglas predeterminadas. Alternativamente, el conjunto de elementos de datos puede estar insertado u omitido según reglas predeterminadas, o que se seleccione una secuencia de una lista de diversas secuencias de elementos de datos para una parte de la comunicación en función de alguna condición predeterminada.
- 50
- 55
- 60
- 65

Esas reglas predeterminadas se determinan en el firmware del controlador lógico programable 116, y/o se determinan al comienzo de cada comunicación, y/o son ejemplos de protocolos de comunicación que implementan una estructura de transferencia esencialmente determinista que incluye protocolos orientados a señales, según los cuales los elementos de datos se transmiten sin elementos de descripción, y protocolos orientados a objetos, según los cuales los elementos de datos se transmiten con elementos de descripción. En este caso, los elementos de descripción se pueden presentar en forma de atributos necesarios u opcionales.

Un elemento de datos del canal de comunicación 140 comprende esencialmente un cierto valor a transmitir. Sin embargo, en una forma de realización, un elemento de datos incluye también otros parámetros relacionados con el valor transmitido, tal como un identificador del sistema, un identificador de elemento de datos, un indicador del tipo de datos (por ejemplo, un número entero, un coma flotante, una matriz, que incluye opcionalmente una longitud de matriz en este último caso), un sello de tiempo, un indicador de calidad, etc.)

Además del canal de comunicación 140, se proporciona un archivo de descripción separado 142, que describe la información en el canal de comunicación estático 140. El archivo de descripción generalmente proporciona información sobre la forma en que se organiza la secuencia de elementos de datos en el canal de comunicación estático 140, y/o sobre el contenido de la información de los elementos de datos en el canal de comunicación estático 140. Ejemplos de elementos de descripción son un indicador que indica qué elementos de datos son relevantes en una situación particular, qué elementos de datos contienen simplemente valores por defecto o sumas de verificación o similares, qué elementos de datos contienen un determinado tipo de información física o técnica, o información relativa a la estructura de comunicación del canal de comunicación 140.

En algunas situaciones, esta última información introduce un elemento de flexibilidad en la comunicación, ya que la unidad central 118 puede interpretar los datos entrantes de acuerdo con el archivo de descripción, y por lo tanto la comunicación puede no limitarse a un protocolo específico, por ejemplo, en el caso de que el controlador lógico programable 116 sea sustituido o actualizado. Al mismo tiempo, se mantiene la compatibilidad con respecto a protocolos existentes.

Además, una parte de los posibles parámetros del elemento de datos (ID del sistema, etc.) está contenida en el archivo de descripción 142 y es omitida en el canal de comunicación estático 140. Una ventaja de este procedimiento es que el archivo de descripción se transmite sólo una vez durante una comunicación, mientras que una determinada secuencia de elementos de datos se transmite periódicamente. Por lo tanto, se reduce la cantidad de datos a transmitir si los parámetros que no cambian de un período a otro están incluidos en el archivo de descripción 142 y son omitidos en el canal estático 140.

El archivo de descripción 142 se transmite normalmente antes de que los elementos de datos se envíen a través del canal de comunicación estático 140. Opcionalmente, el archivo de descripción se transmite cíclicamente con un ciclo regular o irregular especificable. La duración del ciclo se expresa, en una forma de realización, en términos de duración temporal, la cantidad de datos transmitidos, el recuento de otros eventos, o una combinación de los mismos. Además, el archivo de descripción se transmite opcionalmente de manera cíclica, es decir, en respuesta a eventos o condiciones predeterminadas o especificables. Entre dichos eventos o condiciones se encuentran, por ejemplo, la inicialización de la unidad central 118 o del controlador lógico programable 116, la configuración de una comunicación entre dos unidades o con una tercera unidad; una solicitud o necesidad de actualizar la descripción de los datos; un cambio de la descripción de los datos o del protocolo en una unidad de transmisión (por ejemplo, en el controlador lógico programable 116); y un cambio de la descripción de los datos o del protocolo en una unidad de recepción (por ejemplo, en la unidad central 118).

Se debe entender que aunque la presente invención se ha descrito con respecto a diversas formas de realización específicas de la misma, a los expertos en la materia se les pueden ocurrir otras formas de realización y variantes, que están dentro del ámbito de la invención, y se pretende que esas otras formas de realización y variantes estén cubiertas por las siguientes reivindicaciones.

LISTA DE PARTES

- 100 unidad de monitorización
- 102 medio de comunicación
- 104 unidad monitorizada
- 106 red
- 108 conexión
- 110 sistema
- 112 interfaz de comunicación
- 114 sensores
- 116 medio de procesamiento de datos
- 118 unidad central

	120	medio de control
	122	interfaz de comunicación
	124	motor de razonamiento
	126	conocimiento de diagnóstico
5	128	procesador
	130	dispositivo de entrada
	132	dispositivo de salida
	134	base de datos de servicio
	136	medio de análisis
10	138	procesador
	140	canal de comunicación
	142	archivo de descripción

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110), que comprende:
5 una unidad de monitorización (100), una unidad monitorizada (104) que comprende una turbina eólica, y un medio de comunicación (102) entre dicha unidad de monitorización y dicha unidad monitorizada, en el que dicho sistema de monitorización y diagnóstico está configurado de modo que:
dicha unidad monitorizada (104) comprende un medio de adquisición de datos para proporcionar datos sobre fallos de dicha unidad monitorizada,
10 dicho medio de comunicación está adaptado para comunicar los datos sobre fallos desde dicha unidad de monitorización (104) a dicha unidad monitorizada (100), y dicha unidad de monitorización (104) comprende un motor de razonamiento (124) que comprende un conocimiento de diagnóstico (126) para analizar la información contenida en los datos sobre fallos y está adaptado para deducir información de diagnóstico a partir de dicho conocimiento de diagnóstico y de dicha información;
15 en el que dicho sistema de monitorización y diagnóstico (110) es operable para reiniciar automáticamente la turbina eólica en respuesta a dicha información de diagnóstico deducida.
2. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110) según la reivindicación 1, en el que el motor de razonamiento (124) comprende al menos uno de los siguientes elementos: redes de creencias bayesianas,
20 motores de causalidad, motores de reglas, árboles causales, árboles de decisión, árboles de clasificación, motores de simulación, redes neuronales y comparaciones de bases de datos.
3. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110) según la reivindicación 1, en el que dicho conocimiento de diagnóstico (126) comprende al menos uno de los siguientes elementos: gráficos bayesianos,
25 procedimientos, conjuntos de reglas de experto, bases de datos de árboles causales o de decisión y otras bases de datos.
4. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110) según la reivindicación 1, en el que dicho motor de razonamiento (124) está adaptado para analizar una relación cruzada entre una pluralidad de fallos
30 contenida en los datos sobre fallos.
5. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110) según la reivindicación 1, que comprende además un medio de control (120) para controlar los ajustes de dicha unidad monitorizada (104).
- 35 6. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110) según la reivindicación 1, que comprende además una base de datos que registra los datos sobre fallos y dicha información de diagnóstico.
7. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110), según la reivindicación 1, que comprende además un medio para actualizar dicho conocimiento de diagnóstico.
40
8. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110) según la reivindicación 1 que comprende una pluralidad de unidades monitorizadas (104).
9. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110) según la reivindicación 1, en el que dicho motor de razonamiento (124) está adaptado además para proporcionar, en función de la información contenida en los datos sobre fallos, sugerencias sobre posibles siguientes etapas a realizar.
45
10. Un sistema de monitorización y diagnóstico (110) según la reivindicación 1, en el que dicho motor de razonamiento (124) está adaptado para determinar e iniciar, en función de la información contenida en los datos sobre fallos, un curso de acción a seguir.
50

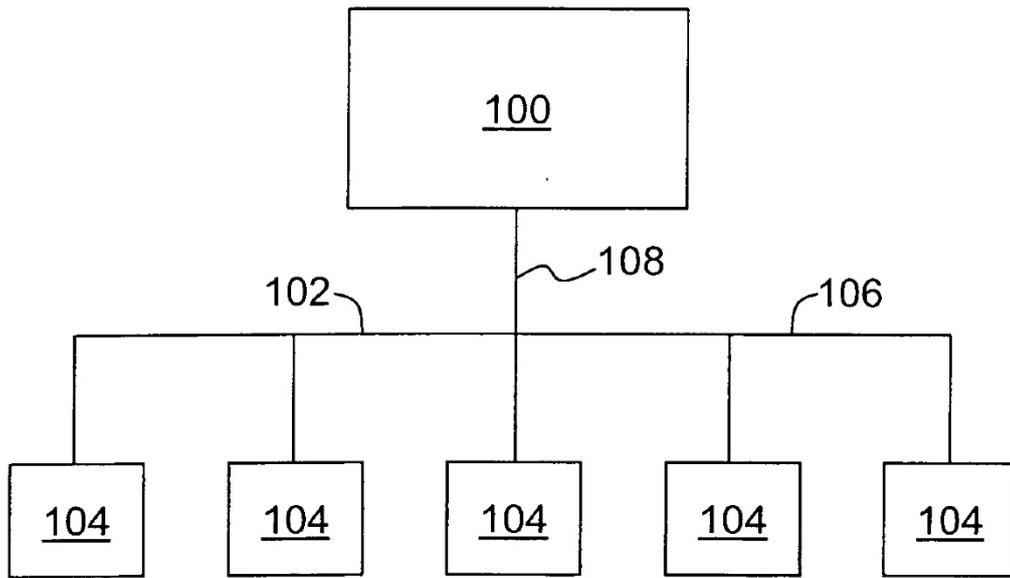


FIG. 1

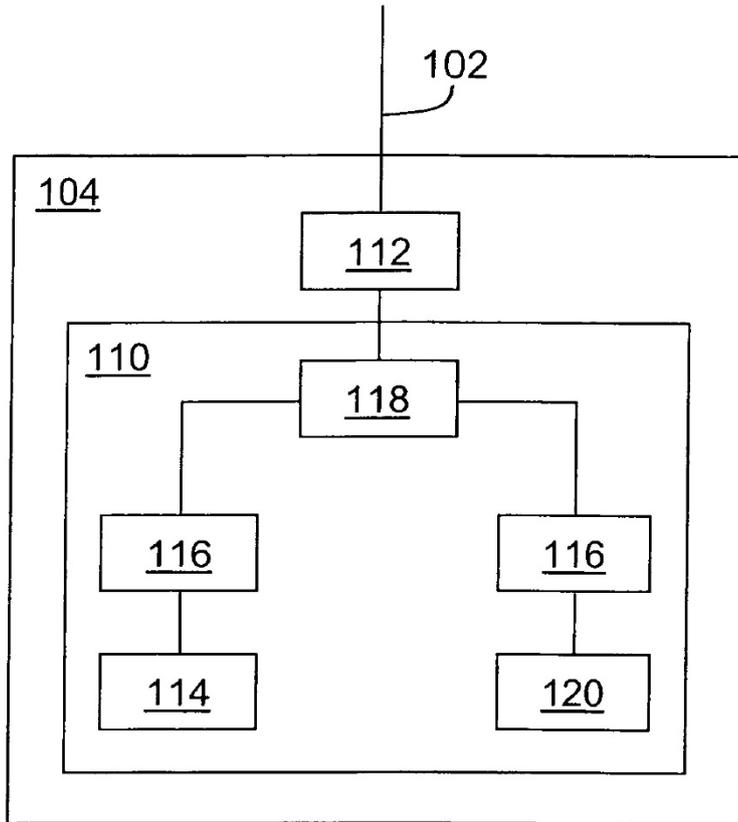


FIG. 2

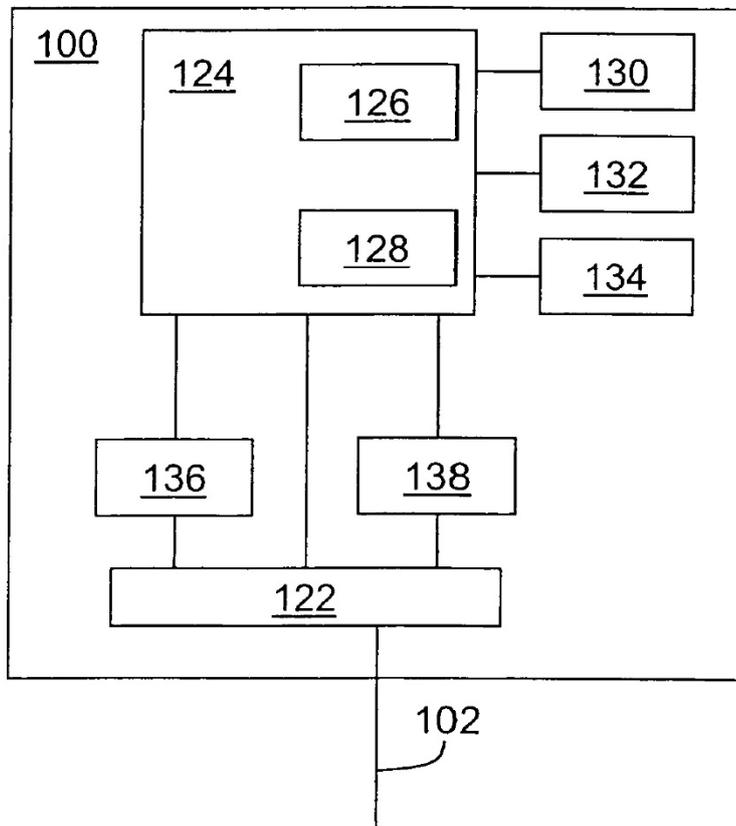


FIG. 3

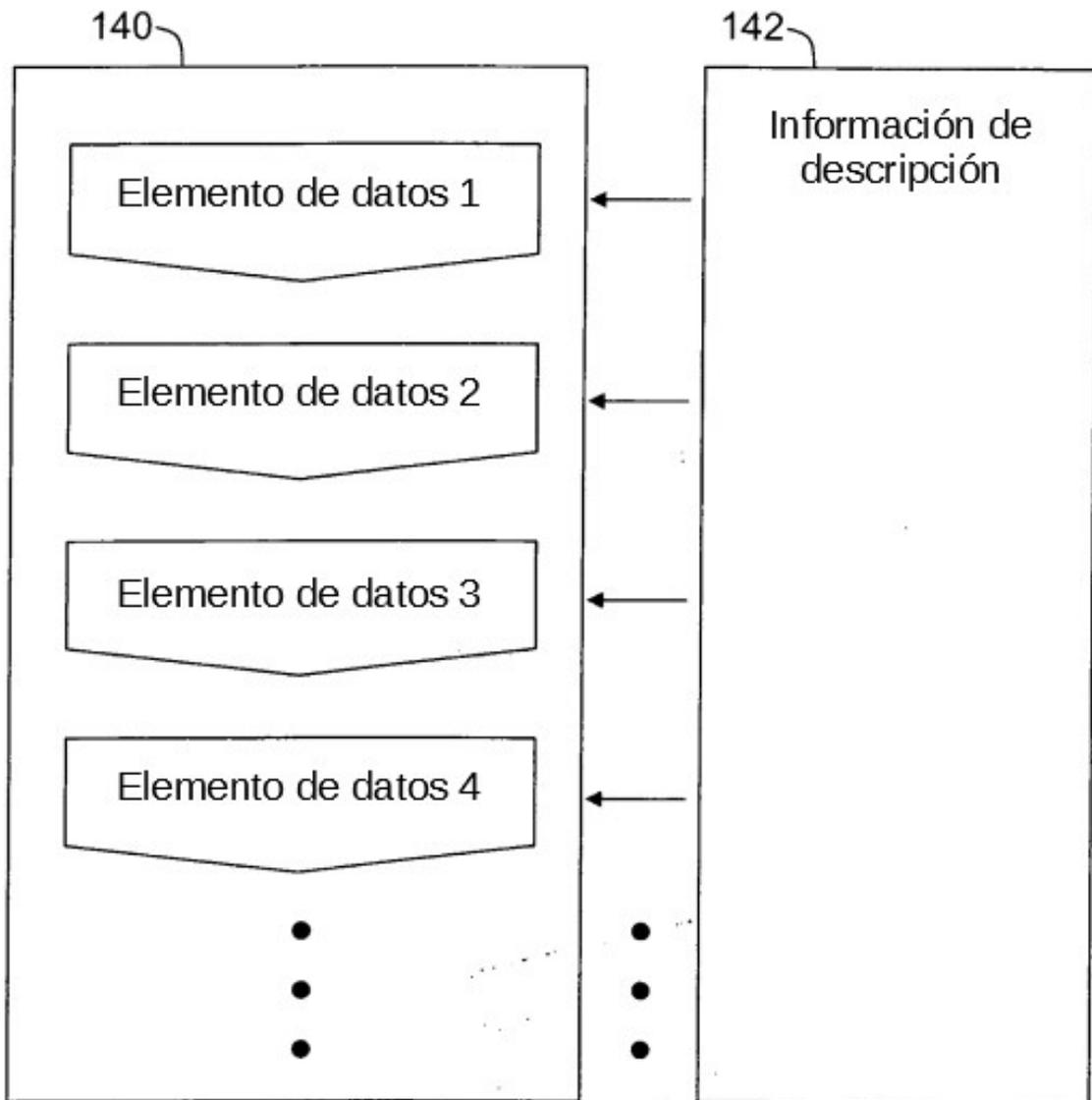


FIG. 4