

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 778 692**

51 Int. Cl.:

G01M 15/00 (2006.01)

G01M 13/00 (2009.01)

G01D 21/02 (2006.01)

F03D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2016 PCT/CN2016/105310**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.07.2017 WO17113998**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2016 E 16880789 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3399297**

54 Título: **Medio de almacenamiento informático, producto de programa informático, y método y dispositivo para monitorizar el mal funcionamiento de una turbina eólica**

30 Prioridad:

31.12.2015 CN 201511032667

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

11.08.2020

73 Titular/es:

**BEIJING GOLDWIND SCIENCE & CREATION
WINDPOWER EQUIPMENT CO. LTD. (100.0%)
No. 19 Kangding Road, Economic &
Technological, Development Zone
Daxing, Beijing 100176, CN**

72 Inventor/es:

**QIAO, ZHIQIANG;
TANG, XINAN y
LI, KANG**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 778 692 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

Medio de almacenamiento informático, producto de programa informático, y método y dispositivo para monitorizar el mal funcionamiento de una turbina eólica

5

Campo técnico

La presente solicitud se refiere a tecnologías de monitorización y, en particular, a un medio de almacenamiento informático, un producto de programa informático, un método para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico, y un dispositivo.

10

Antecedentes

Con el rápido desarrollo de la generación de energía eólica, un grupo electrógeno eólico ha obtenido amplia aplicación. Sin embargo, durante la aplicación del grupo electrógeno eólico, es inevitable que se produzcan algunas fallas. Cómo monitorizar eficazmente la falla y así garantizar el funcionamiento normal del grupo electrógeno eólico se han convertido en problemas urgentes por resolver.

15

Con respecto a la monitorización de fallas del grupo electrógeno eólico, en la actualidad, a menudo sólo es posible proporcionar una curva bidimensional obtenida después de la medición de un componente en el grupo electrógeno eólico. La falla del componente reflejada por la curva bidimensional no es lo suficientemente intuitiva, y a menudo se requiere un encargado de monitorización de fallas experimentado para analizar la curva bidimensional para identificar si hay una falla en el componente según su experiencia.

20

El documento EP 2851 561 A1 da a conocer un dispositivo para monitorizar el rendimiento de un sistema de generación de electricidad que comprende una turbina eólica, y el dispositivo descrito comprende (a) una memoria adaptada para almacenar un conjunto de datos de referencia, siendo el conjunto de datos de referencia indicativo de una correspondencia entre un parámetro de rendimiento y al menos dos parámetros de funcionamiento, (b) una unidad de medición adaptada para proporcionar valores de medición para el parámetro de rendimiento y los al menos dos parámetros de funcionamiento, y (c) una unidad de procesamiento adaptada para (c1) comparar los valores de medición y el conjunto de datos de referencia, y (c2) determinar si los valores de medición se desvían de los datos de referencia. (Véase el párrafo [0039])

25

30

Sumario

Con el fin de lograr el objeto anterior, las realizaciones de la presente solicitud emplean las siguientes soluciones técnicas:

35

En un primer aspecto, se proporciona un método para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico, que incluye:

40

realizar identificación de falla en un componente en el grupo electrógeno eólico; y

presentar una falla identificada usando un modelo tridimensional del componente;

45

en el que la realización de la identificación de falla en el componente en el grupo electrógeno eólico comprende:

recoger un conjunto de datos de sensor del componente usando un sensor;

realizar análisis de datos en el conjunto de datos de sensor usando un modelo de aprendizaje automático previamente entrenado para obtener una matriz de prueba de característica; un vector fila de la matriz de prueba de característica se usa para indicar el componente, y un vector columna de la misma se usa para indicar un parámetro físico; y

50

realizar la identificación de falla según la matriz de prueba de característica.

55

En un segundo aspecto, se proporciona un dispositivo para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico, que incluye:

un módulo de identificación, configurado para realizar identificación de falla en un componente en el grupo electrógeno eólico; y

60

un módulo de presentación, configurado para presentar una falla identificada usando un modelo tridimensional del componente;

65

en el que el módulo de identificación comprende:

una unidad de recogida, configurada para recoger un conjunto de datos de sensor del componente usando un sensor;

5 una unidad de análisis, configurada para realizar análisis de datos en el conjunto de datos de sensor usando un modelo de aprendizaje automático previamente entrenado para obtener una matriz de prueba de característica; un vector fila de la matriz de prueba de característica se usa para indicar el componente, y un vector columna de la misma se usa para indicar un parámetro físico; y una unidad de identificación, configurada para realizar la identificación de falla según la matriz de prueba de característica.

10 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud;

15 la figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un método para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud;

20 la figura 3 es un diagrama de flujo de análisis de datos de una nube de AWS;

la figura 4 es un diagrama de flujo de análisis general;

la figura 5 es un diagrama de flujo de coincidencia y procesamiento de fallas;

25 la figura 6 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud;

la figura 7 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud;

30 la figura 8 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud;

35 la figura 9 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud; y

la figura 10 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud.

40 **Descripción detallada**

Ahora se describirán en detalle algunas implementaciones de la presente solicitud con referencia a los dibujos adjuntos. En caso de ausencia de conflicto, las siguientes realizaciones y las características de las mismas pueden combinarse entre sí.

45 La figura 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud. Tal como se muestra en la figura 1, el método incluye:

50 Etapa 101: realizar identificación de falla en un componente en el grupo electrógeno eólico.

Específicamente, en primer lugar se instalan sensores de vibración, sonido, temperatura y obtención de imagen en el componente del grupo electrógeno eólico, y estos sensores se usan para recoger un conjunto de datos de sensor del componente. El conjunto de datos de sensor incluye un parámetro de vibración, un parámetro de sonido, un parámetro de temperatura y un parámetro de imagen. El conjunto de datos de sensor recogidos por los sensores se envía a un ordenador personal industrial a través de un controlador lógico programable (PLC), y se carga además en una nube de Amazon Web Services (AWS) a través del ordenador personal industrial, donde AWS es una plataforma de servicios en la nube, de modo que el conjunto de datos de sensor se analiza y procesa en la nube de AWS para determinar si hay una falla en el componente correspondiente al conjunto de datos de sensor.

60 Por ejemplo, durante la recogida del conjunto de estos datos de sensor, el método usado puede incluir, pero sin limitarse a, los siguientes tres métodos de recogida:

65 El primer método de recogida: se usan el sensor de vibración, el sensor de sonido, el sensor de temperatura y el sensor de obtención de imágenes, respectivamente, de modo que los parámetros de sonido, vibración, temperatura e imagen se recogen de manera independiente, respectivamente.

El segundo método de recogida: el sonido y la vibración se recogen usando el mismo sensor, y se realiza la inferencia en la señal recogida basándose en la relación de función entre el sonido y la vibración para obtener los valores del parámetro de sonido y el parámetro de vibración, respectivamente.

5 El tercer método de recogida: el sonido y la temperatura se recogen usando el mismo sensor, y se realiza la inferencia en la señal recogida basándose en la relación de función entre el sonido y la temperatura para obtener los valores del parámetro de sonido y el parámetro de temperatura, respectivamente.

10 La recogida del parámetro de obtención de imágenes puede realizarse mediante grabación de vídeo o por medio de una tecnología de modelado tridimensional. Las señales recogidas por el sensor de vibración, el sensor de sonido, el sensor de temperatura, etc., se procesan para obtener datos de imagen reproducidos que se toman como el valor del parámetro de imagen.

15 Entonces, el análisis y el procesamiento del conjunto de datos de sensor en la nube de AWS incluye específicamente el uso de un modelo de aprendizaje automático previamente entrenado para procesar el conjunto de datos de sensor para obtener una matriz de prueba de característica. Donde un vector fila de la matriz de prueba de característica se usa para indicar el componente, y un vector columna de la misma se usa para indicar un parámetro físico. Y entonces se realiza la identificación de falla según la matriz de prueba de característica.

20 Como una posible implementación, el modelo de aprendizaje automático puede ser una red neuronal de retropropagación (BP). Los parámetros de vibración, sonido, temperatura y/o imagen de cada componente recogidos por los sensores se toman como parámetros de entrada de la red neuronal de BP, y la red neuronal de BP realiza análisis de componentes principales, análisis de correlación y/o análisis de agrupamiento para obtener la matriz de prueba de característica. Si los valores de los parámetros físicos del componente en la matriz de prueba de característica coinciden con valores de parámetros físicos en un estado de diseño, se determina que el componente está funcionando normalmente; de lo contrario, se identifica que hay una falla en el componente.

30 Además, tras identificar que hay una falla en el componente, puede consultarse en una base de datos de fallas un modo de falla objetivo que coincida con los valores de los parámetros físicos del componente en la matriz de prueba de característica.

35 En esta etapa, la nube de AWS puede analizar y procesar el conjunto de datos de sensor del componente recogidos por los sensores para determinar si hay una falla en el componente correspondiente a la señal debido al hecho de que los parámetros físicos del componente deducidos por el conjunto de datos de sensor pueden describir con precisión el estado de funcionamiento del componente. El grupo electrógeno eólico es un gran sistema que consiste en múltiples subsistemas, cada uno de los cuales está compuesto por múltiples componentes mecánicos, que se ajustan entre sí siguiendo un criterio determinado. El criterio se especifica de antemano según los datos funcionales y los datos geométricos del componente. Por tanto, los componentes pueden describirse usando los datos funcionales y los datos geométricos, y el conjunto que consiste en los datos funcionales y los datos geométricos son los parámetros físicos del componente. Los parámetros físicos incluyen, pero no se limitan a: par del árbol de rotación T, frecuencia inherente H, fuerza de fricción F_f , intensidad de luz reflejada U, potencia W transmitida por un árbol, potencia de salida P, velocidad de rotación N, presión F_p , velocidad del viento V, un diámetro de impulsor D, masa M del componente y/o un píxel O; donde el par del árbol de rotación T, la fuerza de fricción F_f y la presión F_p pertenecen a parámetros mecánicos.

Etapa 102: presentar la falla identificada usando un modelo tridimensional del componente.

50 Opcionalmente, con respecto al componente identificado con una falla, se extrae un parámetro mecánico de los parámetros físicos del componente con la falla, se determina el valor del parámetro mecánico del componente con la falla según la matriz de prueba de característica y se toma como condición de contorno, y se realiza el análisis de tensión en un modelo tridimensional de estado normal del componente con la falla, que representa un estado normal de este componente, para obtener un modelo tridimensional que presenta un estado de tensión.

55 U, opcionalmente, se invoca un modelo tridimensional objetivo correspondiente al modo de falla objetivo obtenido por la identificación de falla en la etapa 101 de una agrupación del modelo tridimensional del componente, y se presenta el modelo tridimensional objetivo.

60 Donde se usa la agrupación del modelo tridimensional del componente para almacenar el modelo tridimensional en el estado normal, y puede almacenar además el modelo tridimensional en cada modo de falla.

65 Cuando hay múltiples componentes, la agrupación del modelo tridimensional del componente puede almacenar el modelo tridimensional de un componente respectivo en diversos modos de falla, y el modelo tridimensional en el estado normal del mismo.

Como una posible implementación, el modelo tridimensional del componente respectivo puede determinarse en la

agrupación del modelo tridimensional del componente según los valores de los parámetros físicos en la matriz de prueba de característica obtenida en la etapa anterior.

5 Como otra posible implementación, el modelo tridimensional del componente respectivo puede determinarse directamente según el componente indicado por un vector fila de la matriz de prueba de característica.

10 El modelo tridimensional del componente respectivo puede determinarse en la agrupación del modelo tridimensional del componente según los valores de los parámetros físicos en la matriz de prueba de característica debido al hecho de que hay algunos parámetros físicos relativamente estables, tales como parámetros geométricos y parámetros de material, en el componente, y el componente correspondiente al modelo tridimensional puede identificarse por tanto según estos parámetros físicos relativamente estables.

15 Específicamente, la frecuencia inherente de un objeto es una característica física del objeto y se determina por las características de estructura, tamaño, forma y material y similares del objeto. Por tanto, la frecuencia inherente puede calcularse según el valor del parámetro de vibración obtenido mediante la prueba, y de ese modo pueden calcularse los parámetros físicos de estructura, tamaño, forma y material y similares del componente. La fórmula de cálculo para la frecuencia inherente se muestra a continuación:

$$H = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

20 Donde M es la masa, K es el coeficiente de rigidez, y el coeficiente de rigidez puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$K = P_f / \delta$$

25 Donde P_f es la fuerza, δ es la cantidad de deformación. En el caso de que se conozcan la fuerza P_f y la cantidad de deformación δ , la masa M del componente se obtiene mediante las dos fórmulas anteriores de manera simultánea, y la masa M es una función de la densidad y el tamaño de geometría, concretamente:

$$30 \quad M = f(\rho, v)$$

Donde ρ es la densidad, v es el volumen. Por tanto, la densidad ρ , el volumen v del modelo tridimensional registrado por cada conjunto de modelos tridimensionales, en combinación con el coeficiente de rigidez K , se hacen coincidir preliminarmente con la matriz de prueba de característica, de modo que se invoca el modelo tridimensional del componente coincidente. Si hay múltiples resultados coincidentes, puede determinarse adicionalmente el modelo tridimensional más coincidente según los parámetros relacionados con el estado de funcionamiento y la geometría, por ejemplo, el par T , el momento de inercia de sección transversal I_R , la variación angular torsional de sección transversal d_ϕ , la variación de longitud dx , el microelemento integral de superficie dA , la potencia W transmitida por el árbol, la velocidad de rotación N del árbol, el radio R del árbol, la fuerza de cizalladura τ_R en el radio R , la cizalladura γ_R en el radio R , la rigidez torsional G y el coeficiente de sección transversal antitorsional W_R . Las relaciones entre estos parámetros son las siguientes:

$$T = 9549 \frac{W}{N}$$

$$45 \quad \gamma_R = R \frac{d\phi}{dx}$$

$$\tau = G\gamma$$

$$\tau_R = G\gamma_R = GR \frac{d\phi}{dx}$$

$$50 \quad T = \int_A R\tau_R dA = G \frac{d\phi}{dx} \int_A R^2 dA$$

$$\frac{d\phi}{dx} = \frac{T}{GI_R}$$

$$\tau_R = \frac{T \cdot R}{I_R}$$

$$W_R = \frac{I_R}{R}$$

5 Además, puede añadirse al componente un sensor de posición, tal como un sensor de GPS, para recoger un parámetro de posición, y puede establecerse de antemano la relación correspondiente entre el modelo tridimensional y el parámetro de posición, de modo que el modelo tridimensional correspondiente puede determinarse según la posición recogida del componente.

10 El modelo tridimensional en el estado normal almacenado en la agrupación del modelo tridimensional del componente puede obtenerse de antemano mediante modelado tridimensional según valores de diseño de los parámetros físicos del componente. En primer lugar, se conocen los valores de diseño de los parámetros de $W, T, N, M, K, G, W_R, H, O$ para cada componente, se calculan un coeficiente de material x_m , un coeficiente geométrico x_g y unos coeficientes funcionales x_f según una función de mapeo de $f: X(W, T, N, M, K, G, W_R, H, O)' \rightarrow Y(x_m, x_g, x_f)$.
 15 Entonces, el coeficiente de material x_m , el coeficiente geométrico x_g y los coeficientes funcionales x_f se sustituyen en una función de $f_{3D} = f(x_m, x_g, x_f)$ para realizar el modelado tridimensional, para obtener el modelo tridimensional.

En la realización de la presente solicitud, después de realizar la identificación de falla en el componente en el grupo
 20 electrógeno eólico, con respecto a la falla identificada, la falla se presenta usando el modelo tridimensional del componente, de modo que el encargado de monitorización de fallas podría observar intuitivamente la falla existente en el componente, lo que no sólo es beneficioso para tomar medidas eficaces de procesamiento de fallas antes de que una falla menor se convierta en una falla grave y, reducir así el daño de la falla, sino que también reduce los requisitos de experiencia para el encargado de monitorización de fallas y evita el procedimiento por el cual el encargado de monitorización de fallas en la técnica anterior analiza la curva bidimensional para identificar si hay una
 25 falla en el componente según su experiencia.

La figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un método para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud. El método para monitorizar la falla de la presente
 30 realización puede dirigirse a todos los componentes en el grupo electrógeno eólico, o puede dirigirse sólo a un componente en uno o más subsistemas en el grupo electrógeno eólico, que no está limitado en esta realización. Tal como se muestra en la figura 2, el método incluye:

Etapa 201: los sensores recogen un conjunto de datos de sensor de un componente y los cargan en una nube de
 35 AWS a través de un controlador PLC y un ordenador personal industrial sucesivamente.

Donde el conjunto de datos de sensor incluye, pero no se limita a, parámetros de vibración, sonido, temperatura e
 imagen.

40 Etapa 202: la nube de AWS realiza análisis de datos según el conjunto de datos de sensor.

Específicamente, la nube de AWS realiza el análisis de datos según el conjunto de datos de sensor para identificar una falla existente en el componente. La figura 3 es un diagrama de flujo de análisis de datos de una nube de AWS. Tal como se muestra en la figura 3, el procedimiento de análisis de datos incluye:

45 Etapa 2021: la nube de AWS realiza una operación de limpieza de datos tras recibir el conjunto de datos de sensor a través de una interfaz de datos.

Etapa 2022: se selecciona realizar un procedimiento de análisis general o un procedimiento de análisis avanzado.

50 Opcionalmente, se establecen de antemano intervalos de umbral de los parámetros de vibración, sonido, temperatura e imagen para cada componente. Cuando cualquiera de los parámetros en el conjunto de datos de sensor supera un intervalo de umbral correspondiente, se realiza el procedimiento de análisis avanzado para realizar un análisis de fallas más preciso y detallado. De lo contrario, se realiza el análisis general.

55 U, opcionalmente, puede seleccionarse realizar el procedimiento de análisis general o el procedimiento de análisis avanzado según la configuración de un usuario. Donde la velocidad de procesamiento del procedimiento de análisis general es relativamente rápida, pero la precisión del mismo es ligeramente baja, mientras que la velocidad de procesamiento del procedimiento de análisis avanzado es relativamente lenta, pero la precisión del mismo es relativamente alta.

60 Etapa 2023: realizar el procedimiento de análisis general.

Específicamente, la figura 4 es un diagrama de flujo de análisis general. Tal como se muestra en la figura 4, los

5 parámetros de vibración, sonido, temperatura e imagen del componente pueden introducirse en funciones de estado correspondientes a diferentes modos de estado, tal como de la función de estado 1 a la función de estado n, siendo n el número de estados. Cada función de estado emite un valor de juicio, y entonces se realiza el análisis según los valores de juicio de las funciones de estado respectivas, de modo que se determina el modo de estado más coincidente a partir de diversos modos de estado. Si el modo de estado coincidente es un modo de estado normal, el componente no tiene una falla y está funcionando normalmente. De lo contrario, se determina que hay falla en el componente.

10 Etapa 2024: realizar el procedimiento de análisis avanzado.

Específicamente, se introducen los parámetros de vibración, sonido, temperatura e imagen del componente en una red neuronal de BP para realizar el análisis de componentes principales, análisis de correlación y/o análisis de agrupamiento, para obtener una matriz de prueba de característica.

15 Cuando un vector de parámetro de la matriz de prueba de característica es

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{11} \\ x_{12} \end{bmatrix} = (x_1, x_2, \dots, x_{11}, x_{12})^T$$

20 x_1 a x_{12} representan 12 parámetros de característica, cada uno de los cuales corresponde a un parámetro físico, la relación correspondiente es la siguiente:

$$x_1 = T, x_2 = H, x_3 = F, x_4 = U, x_5 = W, x_6 = P, x_7 = N, x_8 = F_p, x_9 = V, x_{10} = D, x_{11} = M, x_{12} = O.$$

25 Si el número total de componentes incluidos en el grupo electrógeno eólico es N' , entonces puede establecerse una matriz de prueba de característica $12 \times N'$:

Componentes Parámetros físicos	$X_1 \ X_2 \ \dots \ X_j \ \dots \ X_n$
X_1	$X_{11} \ X_{12} \ \dots \ X_{1j} \ \dots \ X_{1n}$
X_2	$X_{21} \ X_{22} \ \dots \ X_{2j} \ \dots \ X_{2n}$
\vdots	$\vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots$
X_i	$X_{i1} \ X_{i2} \ \dots \ X_{ij} \ \dots \ X_{in}$
\vdots	$\vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots$
X_m	$X_{m1} \ X_{m2} \ \dots \ X_{mj} \ \dots \ X_{mn}$

30 Donde $m=12$ representa 12 parámetros de característica, cada uno de los cuales corresponde a un parámetro físico mencionado anteriormente, y $n = N'$ indica N' componentes del grupo electrógeno eólico.

Si los valores de los parámetros físicos del componente en la matriz de prueba de característica coinciden con los valores de parámetros físicos en un estado de diseño, se determina que el componente está funcionando

normalmente. De lo contrario, se determina que hay una falla en el componente.

Etapa 2025: establecer un modelo de componente según un resultado de análisis.

5 Específicamente, el resultado de análisis se usa principalmente para establecer el modelo de componente, que se caracteriza por datos, y esos datos pueden ser los valores de la matriz de prueba de característica obtenida en la etapa 2024 o valores de las funciones de estado en la etapa 2023.

Etapa 203: la nube de AWS presenta un modelo tridimensional del componente.

10 Específicamente, según la matriz de prueba de característica $12 \times N$ calculada introduciendo los parámetros de vibración, sonido, temperatura e imagen en la red neuronal de BP, se extrae un parámetro mecánico de los parámetros físicos del componente con la falla, y se determina el valor del parámetro mecánico del componente con la falla. Entonces, se toma el valor del parámetro mecánico como condición de contorno, y se realiza el análisis de tensión en un modelo tridimensional de estado normal del componente con la falla, que representa un estado normal de este componente, para obtener un modelo tridimensional que presenta un estado de tensión.

Etapa 204: si se determina que hay una falla, la nube de AWS hace coincidir el resultado de análisis con una base de datos de fallas para determinar un modo de falla objetivo del componente.

20 Específicamente, la figura 5 es un diagrama de flujo de coincidencia y procesamiento de fallas. Tal como se muestra en la figura 5, el procedimiento de coincidencia y procesamiento de fallas incluye:

Etapa 2041: hacer coincidir el resultado de análisis con la base de datos de fallas.

25 Si se realiza el procedimiento de análisis avanzado en la etapa anterior, puede consultarse en la base de datos de fallas el modo de falla objetivo que coincide con los valores de los parámetros físicos del componente en la matriz de prueba de característica. Los intervalos de valores de los parámetros físicos del componente en la matriz de prueba de característica en cada modo de falla se registran en la base de datos de fallas, y se considera el modo de falla objetivo del componente según los intervalos de valores.

O, si se realiza el procedimiento de análisis general en la etapa anterior, se determina el modo de falla objetivo correspondiente según el modo de estado más coincidente determinado por el análisis.

35 Etapa 2042: si no hay modo de falla objetivo coincidente en la base de datos de fallas, la coincidencia falla. Y entonces, puede añadirse un modo de falla en la base de datos de fallas, y la matriz de prueba de característica y/o el conjunto de datos de sensor correspondiente al componente con la falla se almacenan en la posición correspondiente del modo de falla recién añadido.

40 Etapa 2043: si hay un modo de falla objetivo coincidente en la base de datos de fallas, la coincidencia es satisfactoria.

Etapa 205: procesar la falla.

45 Específicamente, tal como se muestra en la figura 5, la falla se procesa invocando una base de datos de soluciones, lo que incluye:

Etapa 2051: consultar en la base de datos de soluciones para obtener una solución correspondiente al modo de falla objetivo del componente.

50 La base de datos de soluciones registra la solución relevante de la falla que ya se ha producido.

Etapa 2052: si la solución se encuentra mediante consulta, la coincidencia es satisfactoria.

55 Etapa 2053: si la coincidencia es satisfactoria, determinar si la solución puede ejecutarse, para eliminar la falla existente en el componente.

Etapa 2054: en caso afirmativo, ejecutar la solución.

60 Etapa 2055: de lo contrario, emitir la solución, para resolver manualmente.

Etapa 2056: si no se encuentra solución, la coincidencia falla.

65 Si no hay solución correspondiente al modo de falla objetivo en la base de datos de soluciones, el modo de falla objetivo se determina como una nueva falla. Se requiere que el personal técnico analice adicionalmente la nueva falla, por ejemplo considerando el motivo de la falla y formulando una solución según los datos relevantes del

componente, tal como el conjunto de datos de sensor y/o la matriz de prueba de característica, y para añadir la solución en la base de datos de soluciones.

5 En la realización de la presente solicitud, después de realizar la identificación de falla en el componente en el grupo
eléctrico eólico, con respecto a la falla identificada, la falla se presenta usando el modelo tridimensional del
componente, de modo que el encargado de monitorización de fallas podría observar intuitivamente la falla existente
en el componente, lo que no sólo es beneficioso para tomar medidas eficaces de procesamiento de fallas antes de
que una falla menor se convierta en una falla grave y, reducir así el daño de la falla, sino que también reduce los
10 requisitos de experiencia para el encargado de monitorización de fallas y evita el procedimiento por el cual el
encargado de monitorización de fallas en la técnica anterior analiza la curva bidimensional para identificar si hay una
falla en el componente según su experiencia. Además, debido a que la red neuronal de BP se usa para identificar la
falla según los parámetros físicos de cada componente en el estado de diseño, se mejora la precisión de la
identificación de falla y se logra que los datos relevantes del componente se almacenen en la base de datos de fallas
cuando hay una nueva falla, para mejorar continuamente la base de datos de fallas.

15 La figura 6 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo para monitorizar una falla de un grupo
eléctrico eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud. Tal como se muestra en la figura 6, el
dispositivo incluye un módulo 61 de identificación y un módulo 62 de presentación.

20 El módulo 61 de identificación está configurado para realizar identificación de falla en un componente en el grupo
eléctrico eólico.

El módulo 62 de presentación está configurado para presentar una falla identificada usando un modelo
tridimensional del componente.

25 Además, la figura 7 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo para monitorizar una falla de un
grupo eléctrico eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud. Tal como se muestra en la figura
7, partiendo de la base de la figura 6, el módulo 61 de identificación incluye una unidad 601 de entrada y una unidad
602 de determinación.

30 La unidad 601 de entrada está configurada para introducir un conjunto de datos de sensor del componente
recogidos por sensores en una función de estado correspondiente a un modo de estado respectivo para obtener un
valor de juicio respectivo.

35 La unidad 602 de determinación está configurada para determinar el modo de estado más coincidente de diversos
modos de estado según los valores de juicio de los modos de estado respectivos. Si el modo de estado coincidente
es un modo de estado normal, entonces no hay falla en el componente. De lo contrario, el modo de estado
coincidente se determina como un modo de falla objetivo del componente.

40 Además, el dispositivo para monitorizar la falla del grupo eléctrico eólico incluye además un módulo 63 de
consulta y un módulo 64 de procesamiento.

El módulo 63 de consulta está configurado para consultar en una base de datos de soluciones para obtener una
solución correspondiente al modo de falla objetivo del componente.

45 El módulo 64 de procesamiento está configurado para procesar la falla del componente según la solución y/o emitir
la solución.

50 En la realización de la presente solicitud, después de realizar la identificación de falla en el componente en el grupo
eléctrico eólico, con respecto a la falla identificada, la falla se presenta usando el modelo tridimensional del
componente, de modo que el encargado de monitorización de fallas podría observar intuitivamente la falla existente
en el componente, lo que no sólo es beneficioso para tomar medidas eficaces de procesamiento de fallas antes de
que una falla menor se convierta en una falla grave y reducir así el daño de la falla, sino que también reduce los
requisitos de experiencia para el encargado de monitorización de fallas y evita el procedimiento por el cual el
55 encargado de monitorización de fallas en la técnica anterior analiza la curva bidimensional para identificar si hay una
falla en el componente según su experiencia.

La figura 8 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo para monitorizar una falla de un grupo
eléctrico eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud. Tal como se muestra en la figura 8,
60 partiendo de la base de la figura 6, el módulo 61 de identificación incluye una unidad 611 de recogida, una unidad
612 de análisis y una unidad 613 de identificación.

La unidad 611 de recogida está configurada para recoger el conjunto de datos de sensor del componente usando
sensores.

65 Específicamente, la unidad 611 de recogida está configurada específicamente para recoger valores de parámetros

ES 2 778 692 T3

de vibración, sonido, temperatura y/o imagen del componente usando sensores y para tomar los valores de los parámetros de vibración, sonido, temperatura y/o imagen como el conjunto de datos de sensor.

5 La unidad 612 de análisis está configurada para realizar análisis de datos en el conjunto de datos de sensor usando un modelo de aprendizaje automático previamente entrenado para obtener una matriz de prueba de característica.

10 Específicamente, la unidad 612 de análisis está configurada específicamente para realizar análisis de componentes principales, análisis de asociación y/o análisis de agrupamiento en el conjunto de datos de sensor usando una red neuronal de BP previamente entrenada para obtener la matriz de prueba de característica.

Donde un vector fila de la matriz de prueba de característica se usa para indicar el componente, y un vector columna de la misma se usa para indicar parámetros físicos.

15 Por ejemplo, los parámetros físicos incluyen, pero no se limitan a: par del árbol de rotación T , frecuencia inherente H , fuerza de fricción F_f , intensidad de luz reflejada U , potencia W transmitida por un árbol, potencia de salida P , velocidad de rotación N , presión F_p , velocidad del viento V , un diámetro de impulsor D , masa M del componente y/o un píxel O . Donde el par del árbol de rotación T , la fuerza de fricción F_f y la presión F_p pertenecen a parámetros mecánicos.

20 La unidad 613 de identificación está configurada para realizar la identificación de falla según la matriz de prueba de característica.

25 Además, la unidad 613 de identificación incluye una subunidad 6131 de determinación y una subunidad 6132 de consulta.

La subunidad 6131 de determinación está configurada para determinar que el componente funciona normalmente si valores de los parámetros físicos del componente en la matriz de prueba de característica coinciden con valores de parámetros físicos en un estado de diseño; de lo contrario, se identifica que hay una falla en el componente.

30 La subunidad 6132 de consulta está configurada para consultar, en una base de datos de fallas, un modo de falla objetivo que coincide con los valores de los parámetros físicos del componente en la matriz de prueba de característica.

35 Además, el dispositivo para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico incluye además un módulo 63 de consulta y un módulo 64 de procesamiento.

El módulo 63 de consulta está configurado para consultar en una base de datos de soluciones para obtener una solución correspondiente al modo de falla objetivo del componente.

40 El módulo 64 de procesamiento está configurado para procesar la falla del componente según la solución y/o emitir la solución.

45 Después de realizar la identificación de falla para el componente en el grupo electrógeno eólico usando el módulo 61 de identificación, con respecto a la falla identificada por el módulo 61 de identificación, el módulo 62 de presentación presenta la falla usando el modelo tridimensional del componente, de modo que el encargado de monitorización de fallas puede observar intuitivamente la falla existente en el componente, lo que no sólo es beneficioso para tomar medidas eficaces de procesamiento de fallas antes de que una falla menor se convierta en una falla grave y reducir así el daño de la falla, sino que también reduce los requisitos de experiencia para el encargado de monitorización de fallas y evita el procedimiento por el cual el encargado de monitorización de fallas en la técnica anterior analiza la curva bidimensional para identificar si hay una falla en el componente según su experiencia. Además, el módulo 64 de procesamiento procesa la falla del componente según la solución que corresponde a la falla y se encuentra a través de la consulta por el módulo 63 de consulta y/o emite la solución, lo que permite que el grupo electrógeno eólico procese automáticamente la falla, reduce la carga de trabajo del encargado de monitorización de fallas y mejora la eficacia del procesamiento de fallas.

55 Como una posible implementación, la figura 9 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud. Tal como se muestra en la figura 9, partiendo de la base de la figura 8, el módulo 62 de presentación incluye además una unidad 621 de extracción, una unidad 622 de determinación y una primera unidad 623 de presentación.

60 La unidad 621 de extracción está configurada para extraer, para el componente identificado con la falla, un parámetro mecánico de los parámetros físicos del componente con la falla.

65 La unidad 622 de determinación está configurada para determinar un valor del parámetro mecánico del componente con la falla según la matriz de prueba de característica.

La primera unidad 623 de presentación está configurada para tomar el valor del parámetro mecánico como condición de contorno, y realizar análisis de tensión en un modelo tridimensional de estado normal del componente con la falla, que representa un estado normal del componente, para obtener un modelo tridimensional que presenta un estado de tensión.

5 O, como otra posible implementación, la figura 10 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico proporcionado en una realización de la presente solicitud. Tal como se muestra en la figura 10, partiendo de la base de la figura 8, el módulo 62 de presentación incluye además una unidad 624 de invocación y una segunda unidad 625 de presentación.

10 La unidad 624 de invocación está configurada para invocar un modelo tridimensional objetivo correspondiente al modo de falla objetivo de una agrupación del modelo tridimensional del componente.

La segunda unidad 625 de presentación está configurada para presentar el modelo tridimensional objetivo.

15 En la presente realización, después de realizar la identificación de falla en el componente en el grupo electrógeno eólico, con respecto a la falla identificada, la falla se presenta usando el modelo tridimensional del componente, de modo que el encargado de monitorización de fallas podría observar intuitivamente la falla existente en el componente, lo que no sólo es beneficioso para tomar medidas eficaces de procesamiento de fallas antes de que una falla menor se convierta en una falla grave y reducir así el daño de la falla, sino que también reduce los requisitos de experiencia para el encargado de monitorización de fallas y evita el procedimiento por el cual el encargado de monitorización de fallas en la técnica anterior analiza la curva bidimensional para identificar si hay una falla en el componente según su experiencia.

20 Una realización de la presente solicitud también proporciona un medio de almacenamiento informático y/o un producto de programa informático, un programa informático se almacena en el medio de almacenamiento informático, el producto de programa informático incluye un programa informático que se almacena en el medio de almacenamiento legible por ordenador, y el programa informático hace que un ordenador realice el método mencionado anteriormente para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico.

25 Los expertos en la técnica entenderán que la totalidad o una parte de las etapas para implementar las diversas realizaciones de método mencionadas anteriormente pueden llevarse a cabo mediante un hardware asociado con una instrucción de programa. El programa mencionado anteriormente puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, pueden ejecutarse las etapas en las realizaciones de método mencionadas anteriormente; y el medio de almacenamiento incluye: una ROM, una RAM, un disco magnético o un disco óptico, o similares, siendo cada uno un medio capaz de almacenar un código de programa.

30 Finalmente, debe indicarse que las realizaciones anteriores se usan simplemente para ilustrar las soluciones técnicas de la presente solicitud y no se pretende que las limiten. Aunque la presente solicitud se ha descrito en detalle con referencia a las realizaciones anteriores, los expertos en la técnica entenderán que todavía pueden realizarse modificaciones a las soluciones técnicas citadas en las realizaciones anteriores, o pueden realizarse sustituciones equivalentes a algunas o todas las características técnicas en ellas. Sin embargo, estas modificaciones o sustituciones no apartan las correspondientes soluciones técnicas del alcance de las soluciones técnicas de las realizaciones de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico, que comprende:
- 5 realizar (101) identificación de falla en un componente en el grupo electrógeno eólico; y
 presentar (102) una falla identificada usando un modelo tridimensional del componente;
- 10 en el que realizar (101) la identificación de falla en el componente en el grupo electrógeno eólico comprende:
- recoger (201) un conjunto de datos de sensor del componente usando un sensor;
- 15 realizar (202) análisis de datos en el conjunto de datos de sensor usando un modelo de aprendizaje automático previamente entrenado para obtener una matriz de prueba de característica; un vector fila de la matriz de prueba de característica se usa para indicar el componente, y un vector columna de la misma se usa para indicar un parámetro físico; y
- 20 realizar la identificación de falla según la matriz de prueba de característica.
2. Método para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según la reivindicación 1, en el que la presentación (102) de la falla identificada usando el modelo tridimensional del componente comprende:
- 25 extraer, para el componente identificado con la falla, un parámetro mecánico del parámetro físico del componente con la falla;
- determinar un valor del parámetro mecánico del componente con la falla según la matriz de prueba de característica; y
- 30 tomar el valor del parámetro mecánico como condición de contorno, y realizar análisis de tensión en un modelo tridimensional de estado normal del componente con la falla para obtener un modelo tridimensional que presenta un estado de tensión.
3. Método para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según la reivindicación 1, en el que la realización de la identificación de falla según la matriz de prueba de característica comprende:
- 35 determinar que el componente funciona normalmente si un valor del parámetro físico del componente en la matriz de prueba de característica coincide con un valor del parámetro físico en un estado de diseño;
- 40 de lo contrario, identificar que hay una falla en el componente; y
- consultar, en una base de datos de fallas, un modo de falla objetivo que coincide con el valor del parámetro físico del componente en la matriz de prueba de característica.
4. Método para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según la reivindicación 1, en el que la realización (101) de la identificación de falla en el componente en el grupo electrógeno eólico comprende:
- 45 introducir un conjunto de datos de sensor del componente recogidos por un sensor en funciones de estado correspondientes a modos de estado respectivos para obtener valores de juicio respectivos; y
- 50 determinar el modo de estado más coincidente de los modos de estado respectivos según los valores de juicio de las funciones de estado respectivas, si el modo de estado coincidente es un modo de estado normal, determinar que no hay falla en el componente, de lo contrario, determinar el modo de estado coincidente como un modo de falla objetivo del componente.
5. Método para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según la reivindicación 3 ó 4, en el que la presentación (102) de la falla identificada usando el modelo tridimensional del componente comprende:
- 60 invocar un modelo objetivo tridimensional correspondiente al modo de falla objetivo de una agrupación del modelo tridimensional del componente; y
- presentar el modelo tridimensional objetivo.
6. Método para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según la reivindicación 3 ó 4, en el que después de presentar (102) la falla identificada usando el modelo tridimensional del componente, el método comprende además:
- 65

consultar en una base de datos de soluciones para obtener una solución correspondiente al modo de falla objetivo del componente; y

5 procesar la falla del componente según la solución y/o emitir la solución.

7. Método para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el parámetro físico comprende: par del árbol de rotación T , frecuencia inherente H , fuerza de fricción F_f , intensidad de luz reflejada U , potencia W transmitida por un árbol, potencia de salida P , velocidad de rotación N , presión F_p , velocidad del viento V , un diámetro de impulsor D , masa M del componente y/o un píxel O ;

10 en el que el par del árbol de rotación T , la fuerza de fricción F_f y la presión F_p pertenecen al parámetro mecánico.

15 8. Dispositivo para monitorizar una falla de un grupo electrógeno eólico, que comprende:

20 un módulo (61) de identificación, configurado para realizar identificación de falla en un componente en el grupo electrógeno eólico; y

un módulo (62) de presentación, configurado para presentar una falla identificada usando un modelo tridimensional del componente;

25 en el que el módulo (61) de identificación comprende:

30 una unidad (611) de recogida, configurada para recoger un conjunto de datos de sensor del componente usando un sensor;

una unidad (611) de análisis, configurada para realizar análisis de datos en el conjunto de datos de sensor usando un modelo de aprendizaje automático previamente entrenado para obtener una matriz de prueba de característica; un vector fila de la matriz de prueba de característica se usa para indicar el componente, y un vector columna de la misma se usa para indicar un parámetro físico; y

35 una unidad (613) de identificación, configurada para realizar la identificación de falla según la matriz de prueba de característica.

9. Dispositivo para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según la reivindicación 8, en el que el módulo (62) de presentación comprende:

40 una unidad (621) de extracción, configurada para extraer, para el componente identificado con la falla, un parámetro mecánico del parámetro físico del componente con la falla;

45 una unidad (622) de determinación, configurada para determinar un valor del parámetro mecánico del componente con la falla según la matriz de prueba de característica; y

una primera unidad (623) de presentación, configurada para tomar el valor del parámetro mecánico como condición de contorno, y realizar análisis de tensión en un modelo tridimensional de estado normal del componente con la falla para obtener un modelo tridimensional que presenta un estado de tensión.

50 10. Dispositivo para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según la reivindicación 8, en el que la unidad (613) de identificación incluye:

55 una subunidad (6131) de determinación, configurada para determinar que el componente funciona normalmente si un valor del parámetro físico del componente en la matriz de prueba de característica coincide con un valor del parámetro físico en un estado de diseño; de lo contrario, identificar que hay una falla en el componente; y

60 una subunidad (6132) de consulta, configurada para consultar, en una base de datos de fallas, un modo de falla objetivo que coincide con el valor del parámetro físico del componente en la matriz de prueba de característica.

11. Dispositivo para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según la reivindicación 8, en el que el módulo (61) de identificación comprende:

65 una unidad (601) de entrada, configurada para introducir un conjunto de datos de sensor del componente recogidos por un sensor en funciones de estado correspondientes a modos de estado respectivos para

obtener valores de juicio respectivos; y

5 una unidad (602) de determinación, configurada para determinar el modo de estado más coincidente de los modos de estado respectivos según los valores de juicio de las funciones de estado respectivas, si el modo de estado coincidente es un modo de estado normal, determinar que no hay falla en el componente, de lo contrario, determinar el modo de estado coincidente como un modo de falla objetivo del componente.

12. Dispositivo para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según la reivindicación 10 u 11, en el que el módulo (62) de presentación comprende:

10 una unidad (624) de invocación, configurada para invocar un modelo tridimensional objetivo correspondiente al modo de falla objetivo de una agrupación del modelo tridimensional del componente; y

15 una segunda unidad (625) de presentación, configurada para presentar el modelo tridimensional objetivo; y/o,

en el que el dispositivo para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico comprende además:

20 un módulo (63) de consulta, configurado para consultar en una base de datos de soluciones para obtener una solución correspondiente al modo de falla objetivo del componente; y

25 un módulo (64) de procesamiento, configurado para procesar la falla del componente según la solución, y/o emitir la solución.

13. Dispositivo para monitorizar la falla del grupo electrógeno eólico según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el parámetro físico comprende: par del árbol de rotación T, frecuencia inherente H, fuerza de fricción F_f , intensidad de luz reflejada U, potencia W transmitida por un árbol, potencia de salida P, velocidad de rotación N, presión F_p , velocidad del viento V, un diámetro de impulsor D, masa M del componente y/o un píxel O;

30 en el que el par del árbol de rotación T, la fuerza de fricción F_f y la presión F_p pertenecen al parámetro mecánico.

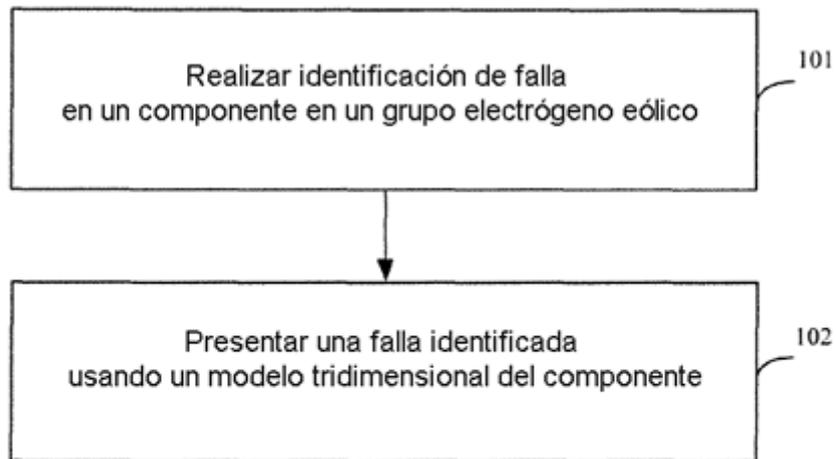


Fig. 1

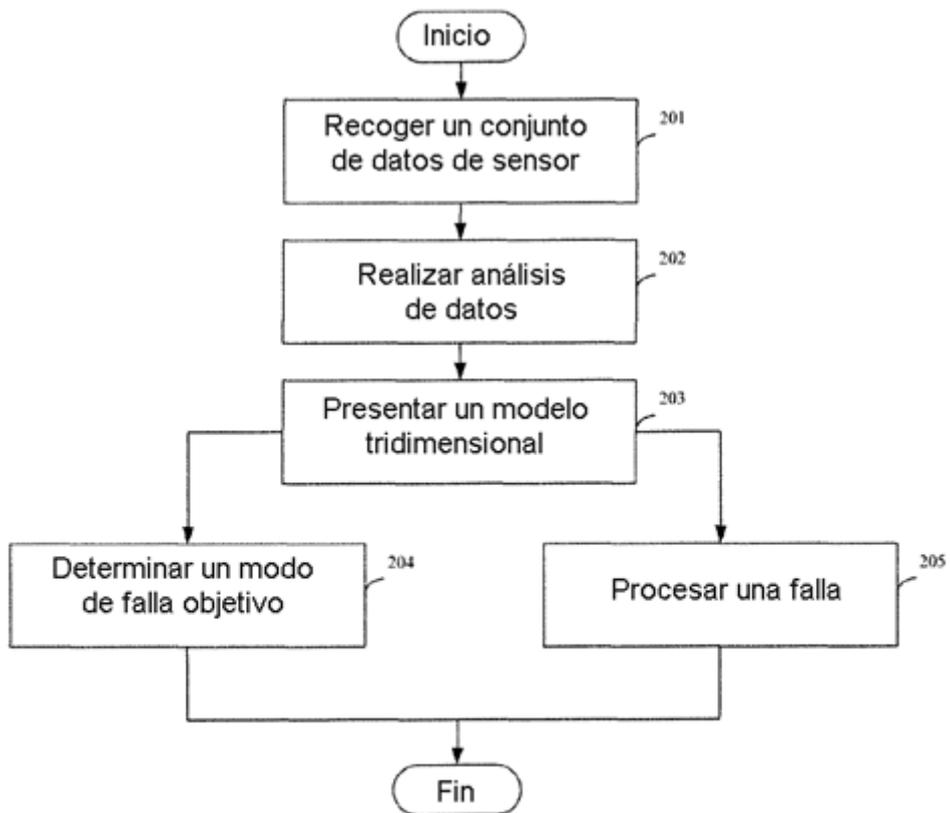


Fig. 2

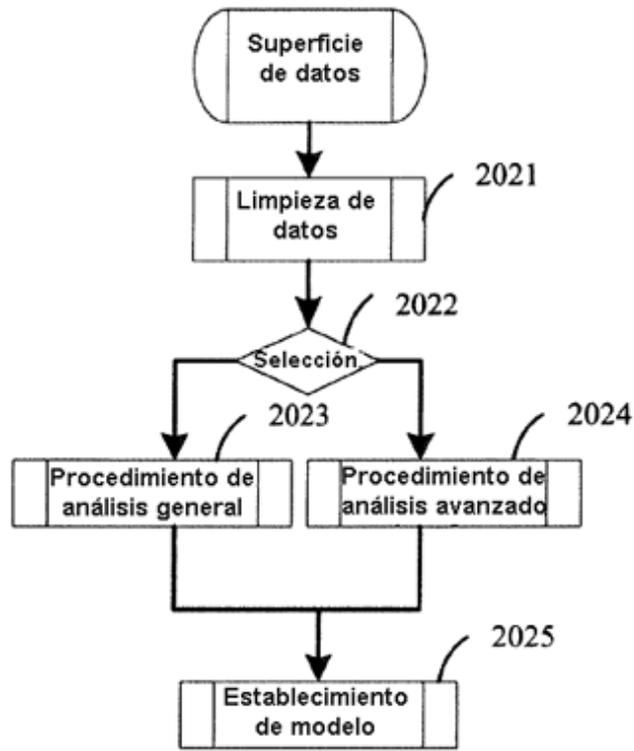


Fig. 3

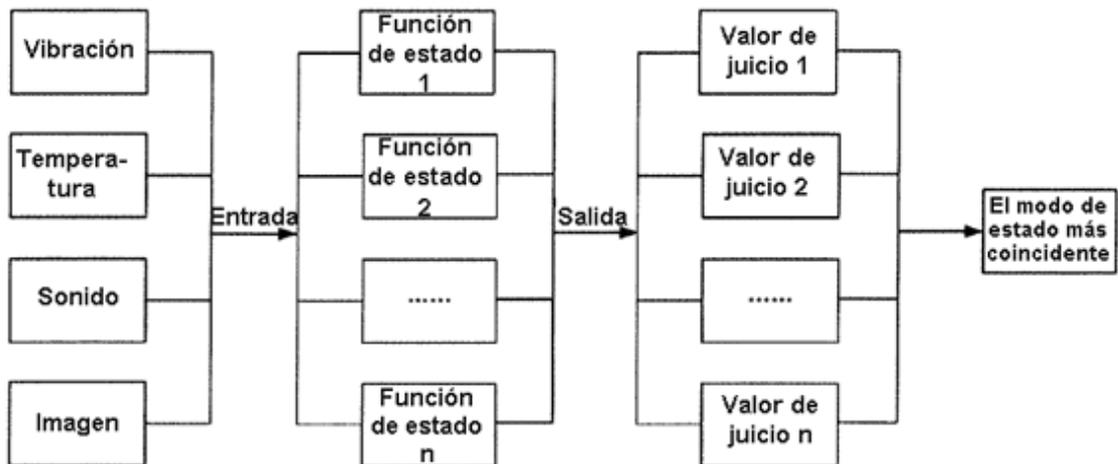


Fig. 4

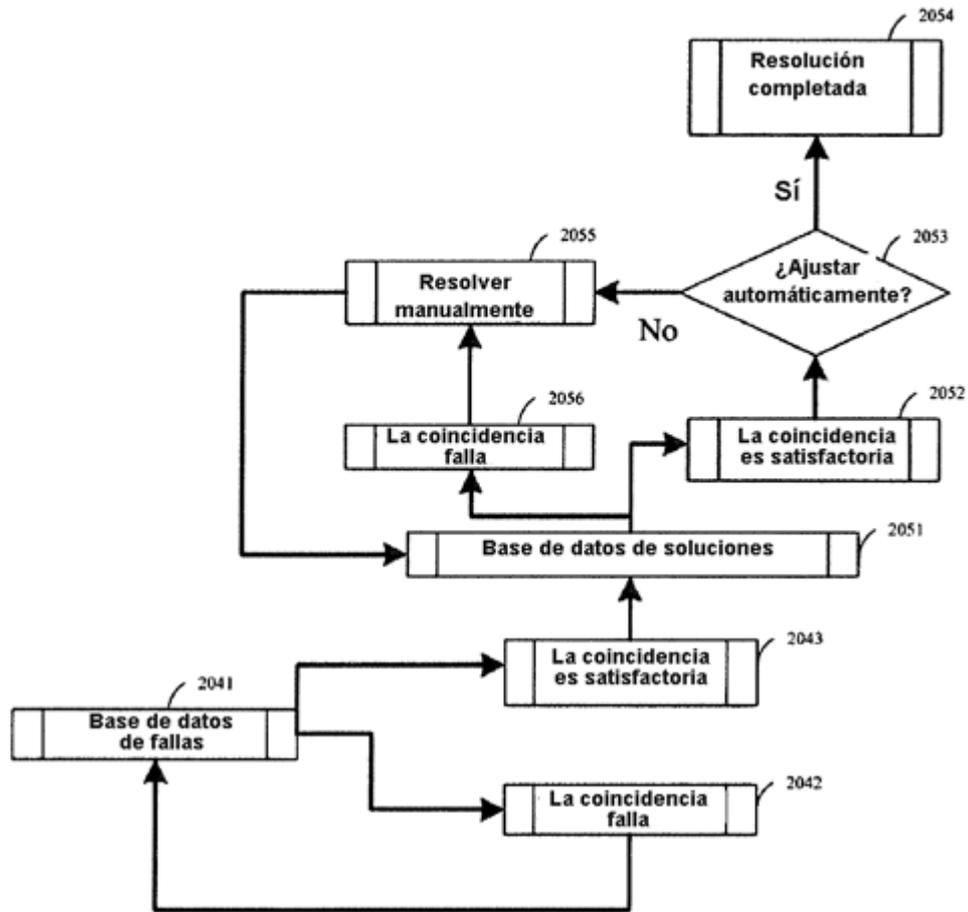


Fig. 5

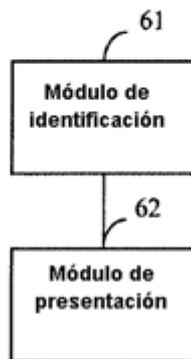


Fig. 6

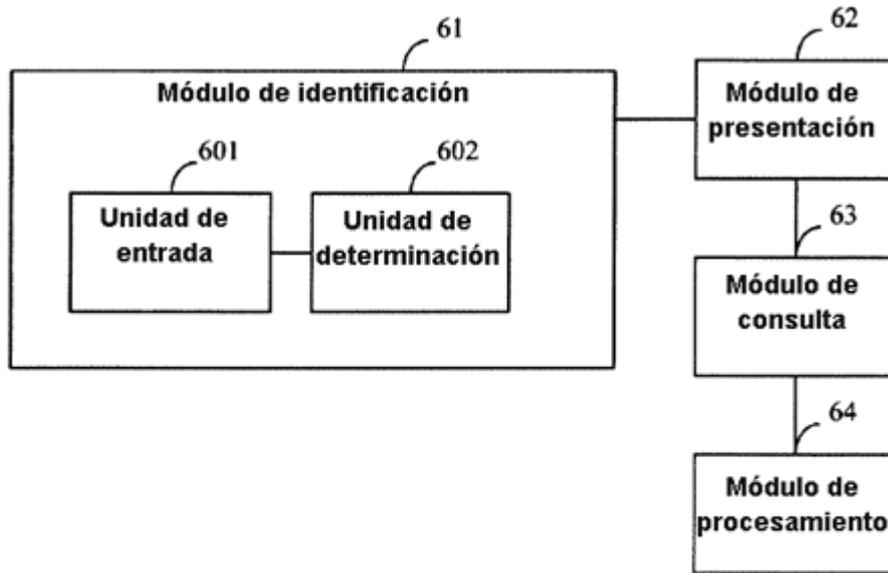


Fig. 7

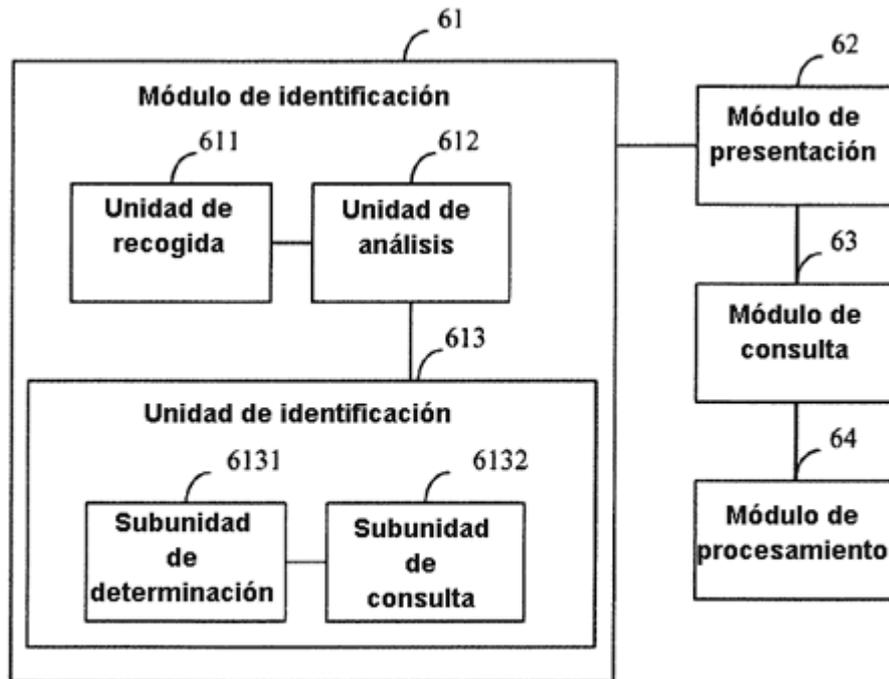


Fig. 8

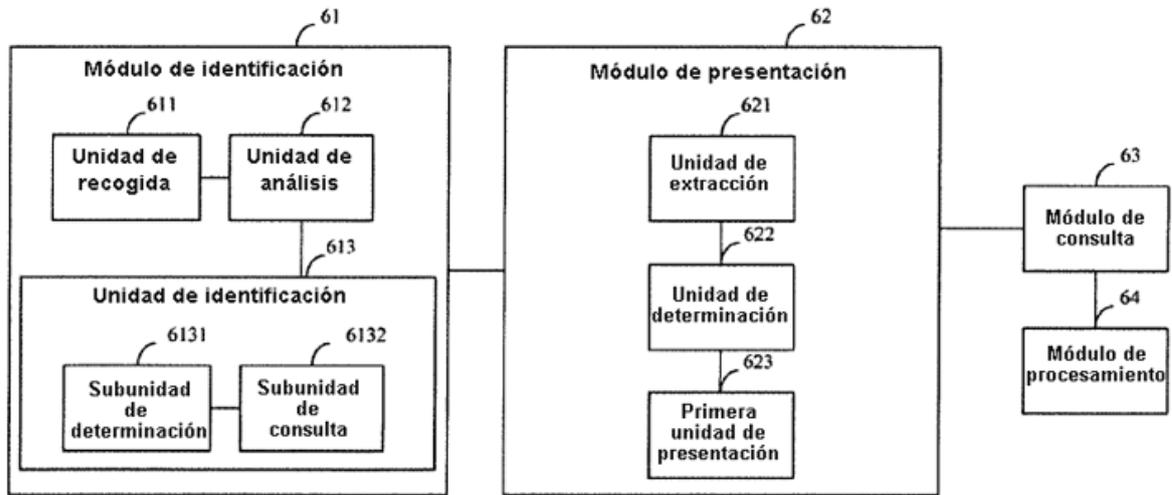


Fig. 9

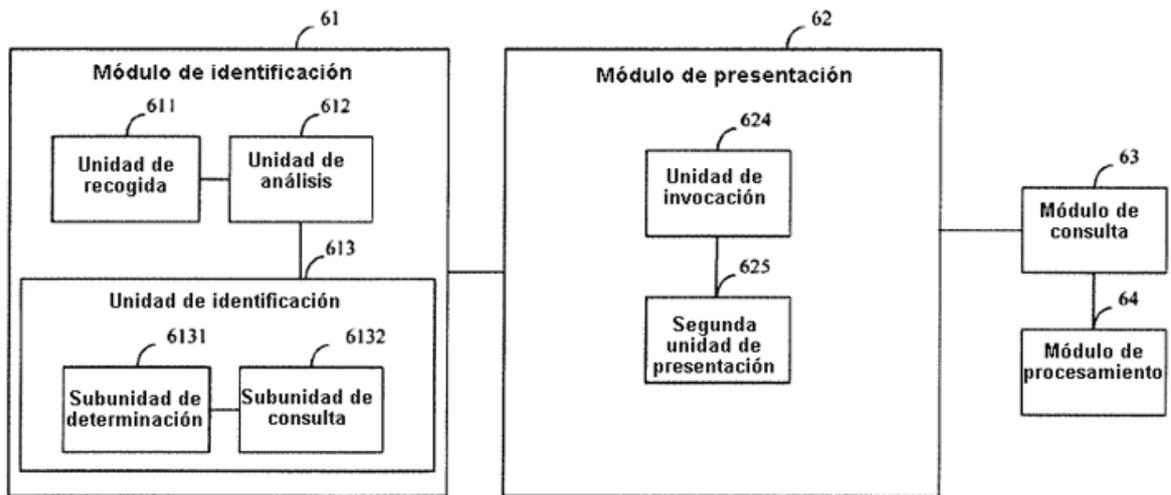


Fig. 10