

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 794 748**

51 Int. Cl.:

**G05B 23/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2016 PCT/EP2016/051744**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.08.2017 WO17129243**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2016 E 16702387 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3394692**

54 Título: **Método y aparato para analizar un sistema complejo investigado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.11.2020**

73 Titular/es:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:  
**CESCHINI, GIUSEPPE FABIO;  
FISHKIN, ALEXEY;  
ROSHCHIN, MIKHAIL y  
WATSON, STUART**

74 Agente/Representante:  
**LOZANO GANDIA, José**

**ES 2 794 748 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**

Método y aparato para analizar un sistema complejo investigado

- 5 La invención se refiere a un método y a un aparato para analizar un sistema complejo investigado tal como un sistema de turbina.

10 Un sistema técnico complejo puede comprender una pluralidad de subsistemas y componentes de sistema. Estos componentes de sistema pueden comprender componentes de hardware y/o software. Un ejemplo de un sistema complejo es un sistema de turbina para generar energía eléctrica. El funcionamiento básico de la turbina de gas es similar al de una turbina de vapor excepto porque se usa aire en lugar de agua. El aire fluye a través de un compresor que lo lleva hasta una presión superior. Luego se añade energía pulverizando un combustible en el aire e inflamándolo de manera que la combustión resultante genera un flujo de alta temperatura. El gas a alta presión y a alta temperatura generado entra en la turbina donde se expande hasta la presión de escape produciendo una salida de trabajo de árbol. El trabajo de árbol de turbina puede usarse para accionar el compresor y otros subsistemas tales como un generador eléctrico que pueden estar acoplados al árbol. Pueden usarse turbinas para cualquier tipo de vehículos y/o generadores eléctricos.

20 Un sistema complejo de este tipo que comprende una pluralidad de subsistemas o componentes de sistema se monitoriza durante el funcionamiento para evitar fallos. En un sistema complejo convencional tal como una turbina de gas o vapor, puede desplegarse un gran número de sensores para registrar parámetros físicos relevantes de subsistemas y/o componentes de sistema iguales o diferentes tales como velocidad de rotor, temperatura de punta de quemador o temperatura de aceite. Los valores de parámetros medidos pueden usarse por un sistema de control local del sistema complejo respectivo.

25 Usando los datos de sensor proporcionados por los sensores desplegados, es decir los valores de parámetros físicos medidos, y los acontecimientos detectados, a partir del sistema de control, un ingeniero de servicio puede monitorizar un rendimiento del sistema complejo respectivo, por ejemplo, el rendimiento de turbina de una turbina de gas o vapor. Si hay una desviación con respecto al funcionamiento normal o un fallo tal como una parada de turbina anómala, la tarea del ingeniero de servicio es descubrir el modo de fallo que ha provocado el funcionamiento anómalo. Ejemplos para un modo de fallo de este tipo de un sistema complejo de turbina son, por ejemplo, fallos de termopar, fallos de vibración de caja de engranajes o un fallo de válvula de descarga. Luego, el ingeniero de servicio puede eliminar la causa raíz del fallo identificado e iniciar de nuevo el sistema complejo o la turbina que se había parado.

35 Con frecuencia, un proveedor de servicios realiza la monitorización de una pluralidad de sistemas complejos por medio de un centro de diagnóstico remoto conectado a los sistemas de control local de los diferentes sistemas complejos monitorizados. Por ejemplo, un proveedor de servicios de monitorización remota puede monitorizar un gran número de diferentes turbinas de diferentes fabricantes recibiendo datos a partir de diferentes sistemas de control de los sistemas complejos o las turbinas monitorizados. Los datos de sensor de turbina recibidos pueden almacenarse en una base de datos de un servidor remoto central del proveedor de servicios. Para cada sistema complejo o turbina, los datos de sensor pueden almacenarse en una única tabla que tiene una columna de nombres de etiqueta de sensor. Usando una aplicación de software de servidor de cliente y nombres de etiqueta de sensor conocidos, un ingeniero de monitorización en el centro de diagnóstico remoto del proveedor de servicios puede examinar los datos de sensor recibidos junto con acontecimientos recibidos a partir de los sistemas de controles de las diferentes turbinas.

50 Por ejemplo, la figura 1 muestra una figura que muestra una vista visualizada para el ingeniero de monitorización que muestra un fallo de termopar. En la figura 1 ilustrada, los datos de sensor recibidos a partir de un sensor de termopar TC saltan de un primer a un segundo nivel durante el tiempo monitorizado indicando un posible fallo. Además, el servidor remoto de un centro de diagnóstico puede recibir acontecimientos a partir de los diferentes sistemas complejos tales como:

55 14.02.2014 11:46:42 Aviso FALLO DE DISPOSITIVO DE TEMPERATURA DE TURBINA

14.02.2014 12:38:36 Aviso FALLO DE DISPOSITIVO DE TEMPERATURA DE TURBINA

60 Los avisos representan acontecimientos que han tenido lugar en un sistema complejo monitorizado por el servidor remoto del proveedor de servicios. Estos acontecimientos indicados comprenden normalmente un sello de tiempo que indica cuándo el servidor remoto del proveedor de servicios ha recibido un mensaje de acontecimiento. Con un sistema convencional de este tipo, se hace que un ingeniero de monitorización sea consciente de acontecimientos de fallo en una turbina o un sistema complejo monitorizados, pero no puede averiguar inmediatamente qué componentes del sistema complejo respectivo están implicados o son responsables del fallo o el comportamiento de funcionamiento sospechoso del sistema complejo monitorizado.

65 Para averiguar la causa del fallo o el componente responsable, el ingeniero de monitorización en el centro de

diagnóstico remoto genera normalmente diferentes vistas de tendencia o vistas de acontecimiento, es decir un gráfico para varios parámetros físicos junto con un filtro para los acontecimientos de sistema de control. Además, el ingeniero de monitorización puede formular y monitorizar una regla de modo de fallo, por ejemplo, una fórmula logico-numérica para varios valores de parámetros físicos y umbrales TH junto con un patrón para hacer coincidir los acontecimientos. La figura 2 muestra un ejemplo para reglas de detección de modo de fallo R formuladas por un ingeniero de monitorización. En el ejemplo dado, un sistema complejo CS tal como una turbina que tiene un nombre de unidad UN: "NA0014/01" comprende una pluralidad de sensores que tienen etiquetas de sensor ST TC1 a TC13. Si se cumple una de las reglas de modos de fallo definidas R, puede señalizarse el fallo de un componente específico tal como el termopar TC1 al ingeniero de monitorización.

Un grave inconveniente de un enfoque de monitorización convencional de este tipo es que el ingeniero de monitorización tiene que especificar las etiquetas de sensor y/o los nombres de acontecimiento de diferentes acontecimientos, así como los atributos, en particular los umbrales de parámetros físicos. Sin embargo, no hay ningún convenio unificado para etiquetas de sensor ST o nombres de acontecimiento EN o atributos en toda una pluralidad de diferentes sistemas complejos CS producidos, por ejemplo, por diferentes fabricantes. Las designaciones de componentes dentro de un sistema complejo CS pueden ser bastante complejas en sí mismas al tener una pluralidad de letras y números que pueden variar para cada sistema complejo individual monitorizado por el proveedor de servicios. Por consiguiente, un ingeniero de monitorización que programa una regla de detección de error tiene que ser consciente de los diferentes sistemas de designación DS o nombres usados para una pluralidad de componentes de diferentes sistemas complejos. Además, los parámetros físicos que pueden usarse para definir una regla de detección de modo de fallo no están configurados para ningún sistema de unidades convencional, tales como unidades SI, y los valores de umbral pueden no estar disponibles a partir de un almacenamiento de datos. Por consiguiente, para cada sistema complejo CS, el ingeniero de monitorización tiene que adoptar manualmente vistas de tendencia o vistas de acontecimiento y definir manualmente reglas de detección de modo de fallo usando etiquetas y nombres que pueden diferir para cada tipo de sistema de un sistema complejo. Por tanto, la definición de una regla de detección de modo de fallo R es muy complicada y puede ser propensa a errores o fallos en sí misma. Además, la definición manual de reglas de detección de modo de fallo R y la generación de vistas de tendencia o acontecimiento en caso de acontecimientos de fallo detectados puede tardar mucho tiempo antes de que el ingeniero de monitorización de sistemas pueda averiguar la causa probable de un componente responsable del acontecimiento de fallo del sistema complejo CS monitorizado. Si, por ejemplo, se ha notificado un fallo de temperatura de turbina de una turbina o un sistema complejo específicos al ingeniero de monitorización de sistemas en el proveedor de servicios remoto, el sistema complejo CS afectado puede pararse inmediatamente para evitar daños adicionales y el ingeniero de monitorización intentará averiguar el componente responsable o la causa tan rápido como sea posible. La creación y la monitorización de vistas de tendencia y/o vistas de acontecimiento, así como la formulación de posibles reglas de detección de modo de fallo pueden tardar un tiempo considerable durante el cual el sistema complejo afectado tal como una turbina no puede funcionar.

Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es proporcionar un método y un aparato para analizar un sistema complejo investigado de un tipo de sistema específico que permitan reducir el tiempo requerido para averiguar un origen de un fallo observado del sistema complejo investigado.

El documento US 2013 0123944 A1 muestra un sistema de monitorización y control de automatización que incluye un sistema de funcionamiento y un modelo de datos, el sistema de funcionamiento está configurado para recibir una petición de creación de instancias de un objeto que representa un atributo del sistema de monitorización y control de automatización.

El documento US 2005 049988 A1 muestra un método que proporciona datos para análisis de causa raíz. Se transfieren datos desde un modelo de datos estructurado a un modelo de datos orientado de manera causal. El modelo de datos orientado de manera causal se complementa con información asociada con probabilidades condicionales entre al menos dos objetos del modelo de datos orientado de manera causal.

El documento DE 10 2004 019240 A1 muestra un método que implica definir objetos típicos para un modelo de datos orientado a objetos, en el que los objetos tienen parámetros preestablecidos. Se analizan propiedades de datos de procedimiento de un sistema de enrutamiento y/o información. Las propiedades de datos de procedimiento y/o los datos de procedimiento se mapean a los objetos típicos para producir un nuevo modelo orientado a objetos para otro sistema de enrutamiento y/o información.

El objetivo anteriormente mencionado se logra según un primer aspecto de la presente invención mediante un método para analizar un sistema complejo investigado de un tipo de sistema específico que comprende las características de la reivindicación 1.

La invención proporciona, según un primer aspecto de la presente invención, un método para analizar un sistema complejo investigado de un tipo de sistema específico, comprendiendo dicho sistema complejo una pluralidad de componentes de sistema,

comprendiendo el método las etapas de:

- proporcionar un modelo de datos orientado a objetos virtual de base que comprende componentes abstractos correspondientes a componentes de sistema del sistema complejo investigado, en el que cada componente abstracto del modelo de datos orientado a objetos virtual de base comprende parámetros y atributos del componente de sistema respectivo del sistema complejo investigado,
- 5 mapear etiquetas de sensor de sensores desplegados en el sistema complejo investigado y/o nombres de acontecimiento de acontecimientos recibidos a partir del sistema complejo investigado a los parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado para generar un modelo de datos dedicado para el tipo de sistema del sistema complejo investigado y
- 10 realizar un modo de fallo y/o un análisis de causa raíz del sistema complejo investigado basándose en el modelo de datos dedicado generado para el tipo de sistema específico del sistema complejo investigado.
- 15 En una realización posible del método según el primer aspecto de la presente invención, el modelo de datos orientado a objetos virtual de base es un modelo de datos orientado a objetos jerárquico estructurado de árbol que comprende componentes abstractos correspondientes a componentes de sistema del sistema complejo investigado y que están conectados entre sí por medio de relaciones triples.
- 20 En una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, el modelo de datos orientado a objetos virtual de base se carga desde una base de datos de un proveedor de servicios de monitorización remota que proporciona un servicio de monitorización remota para monitorizar un funcionamiento de varios sistemas complejos de tipos de sistema iguales o diferentes que se hacen funcionar por clientes del proveedor de servicios de monitorización remota.
- 25 En una realización posible del método según el primer aspecto de la presente invención, las etiquetas de sensor de sensores desplegados en un sistema complejo investigado y/o los nombres de acontecimiento de acontecimientos se suministran por un recopilador de datos del sistema complejo investigado por medio de una red de comunicaciones a un servidor remoto de un proveedor de servicios de monitorización remota.
- 30 En todavía una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, el servidor remoto del proveedor de servicios de monitorización remota realiza automáticamente el mapeo de etiquetas de sensor recibidas y/o nombres de acontecimiento recibidos a los parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base cargado desde la base de datos de dicho proveedor de servicios de monitorización remota para generar el modelo de datos dedicado para el tipo de sistema del sistema complejo
- 35 investigado.
- 40 En una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, los atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base se establecen por medio de una interfaz de usuario del servidor remoto de dicho proveedor de servicios de monitorización remota.
- 45 En una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, los atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base se establecen automáticamente a valores por defecto previamente configurados para el tipo de sistema respectivo del sistema complejo investigado y se almacenan en una base de datos de dicho proveedor de servicios de monitorización remota.
- 50 En una realización posible del método según el primer aspecto de la presente invención, los atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado comprenden valores de umbral.
- 55 En todavía una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, los sistemas complejos investigados monitorizados por el proveedor de servicios de monitorización remota son sistemas complejos distribuidos ubicados en diferentes sitios de cliente de clientes del proveedor de servicios de monitorización remota.
- 60 En todavía una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, se generan automáticamente señales de control y/o señales de aviso para el sistema complejo investigado por el servidor remoto del proveedor de servicios de monitorización remota dependiendo de los resultados del modo de fallo y/o el análisis de causa raíz realizado por el servidor remoto basándose en el modelo de datos dedicado generado por el servidor remoto para el tipo de sistema específico del sistema complejo investigado.
- 65 En una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, las señales de control generadas por el servidor remoto para el sistema complejo investigado se aplican a componentes de sistema de hardware y/o software del sistema complejo investigado para proporcionar un servicio de reparación remota y/o un servicio de mantenimiento remoto por dicho proveedor de servicios de monitorización remota para clientes que hacen funcionar el sistema complejo investigado.

5 En todavía una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, la generación del modelo de datos dedicado para un tipo de sistema específico de un sistema complejo por dicho servidor remoto del proveedor de servicios de monitorización remota se activa por un acontecimiento recibido por el servidor remoto a partir del sistema complejo y se realiza sobre la marcha durante el funcionamiento del sistema complejo.

10 En una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, la generación del modelo de datos dedicado para un tipo de sistema específico de un sistema complejo por dicho servidor remoto del proveedor de servicios de monitorización remota se realiza cuando el sistema complejo se instala en un sitio de cliente de un cliente del proveedor de servicios de monitorización remota que hace funcionar el sistema complejo respectivo.

15 En todavía una realización posible adicional del método según el primer aspecto de la presente invención, el sistema complejo investigado comprende un sistema de turbina de gas o un sistema de turbina de vapor que tiene una pluralidad de componentes de sistema de turbina.

La invención proporciona, según un segundo aspecto, un aparato de monitorización adaptado para analizar un sistema complejo investigado que comprende las características de la reivindicación 13.

20 La invención proporciona, según el segundo aspecto, un aparato de monitorización adaptado para analizar un sistema complejo investigado que comprende una pluralidad de componentes de sistema, comprendiendo dicho aparato de monitorización:

25 una base de datos que almacena un modelo de datos orientado a objetos virtual de base que comprende componentes abstractos correspondientes a componentes de sistema del sistema complejo investigado, en el que cada componente abstracto del modelo de datos orientado a objetos virtual de base comprende parámetros y atributos del componente de sistema respectivo del sistema complejo investigado,

30 una unidad de procesamiento adaptada para mapear etiquetas de sensor de sensores desplegados en el sistema complejo investigado y/o nombres de acontecimiento de acontecimientos recibidos a partir del sistema complejo investigado a parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual proporcionado y que está adaptada además para establecer los atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado para generar un modelo de datos dedicado para el tipo de sistema del sistema complejo investigado y

35 una unidad de análisis adaptada para realizar un modo de fallo y/o un análisis de causa raíz del sistema complejo investigado basándose en el modelo de datos dedicado generado por dicha unidad de procesamiento para el tipo de sistema específico del sistema complejo investigado.

40 En una realización posible del aparato de monitorización según el segundo aspecto de la presente invención, el aparato de monitorización es un aparato de monitorización remota de un proveedor de servicios de monitorización remota conectado por medio de una red de comunicaciones a varios sistemas complejos,

45 en el que dicho aparato de monitorización remota comprende un servidor remoto que comprende dicha unidad de procesamiento y dicha unidad de análisis y que está adaptado para cargar el modelo de datos orientado a objetos virtual desde una base de datos de dicho aparato de monitorización remota.

También se da a conocer un sistema complejo, en particular un sistema de turbina complejo, que comprende una pluralidad de componentes de sistema de hardware y/o software

50 estando dicho sistema complejo adaptado para suministrar etiquetas de sensor de sensores desplegados en el sistema complejo y/o nombres de acontecimiento de acontecimientos detectados en dicho sistema complejo por medio de una interfaz a un aparato de monitorización que realiza el método según el primer aspecto de la presente invención.

55 A continuación, se describen en más detalle realizaciones posibles de los diferentes aspectos de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas.

60 La figura 1 muestra una vista a modo de ejemplo visualizada en una unidad de visualización de un centro de diagnóstico remoto para un ingeniero de monitorización de un método de monitorización convencional;

la figura 2 muestra un ejemplo de una definición de reglas de detección de modo de fallo para un sistema complejo para ilustrar un problema subyacente a la presente invención;

65 la figura 3 muestra un diagrama de flujo de una realización posible a modo de ejemplo de un método para analizar un sistema complejo investigado según el primer aspecto de la presente invención;

la figura 4 muestra un diagrama de flujo adicional para ilustrar una realización posible a modo de ejemplo de un método según el primer aspecto de la presente invención;

5 la figura 5 muestra un diagrama para ilustrar un modelo de datos orientado a objetos virtual de base a modo de ejemplo sencillo que puede usarse por el método y el aparato según los diferentes aspectos de la presente invención;

10 la figura 6 muestra un diagrama de bloques para ilustrar una realización posible a modo de ejemplo de un aparato de monitorización remota según el segundo aspecto de la presente invención;

la figura 7 muestra un diagrama de bloques de una realización posible a modo de ejemplo de un servidor remoto dentro del aparato de monitorización remota mostrado en la figura 6;

15 la figura 8 muestra un diagrama de bloques adicional para ilustrar una realización posible a modo de ejemplo de un aparato de monitorización remota según el segundo aspecto de la presente invención;

la figura 9 muestra un diagrama de bloques adicional para ilustrar una realización posible de un sistema de monitorización que emplea un aparato de monitorización remota según el segundo aspecto de la presente invención;

20 la figura 10 muestra un diagrama esquemático adicional de un sistema que usa un aparato de monitorización remota según el segundo aspecto de la presente invención.

25 Tal como puede observarse en la figura 3, un método para analizar un sistema complejo investigado de un tipo de sistema específico según el primer aspecto de la presente invención puede comprender varias etapas. El sistema complejo investigado puede comprender una pluralidad de componentes de sistema y/o subsistemas. Un ejemplo de un sistema complejo es, por ejemplo, un sistema de turbina de gas que comprende una pluralidad de componentes de hardware y/o software.

30 En una primera etapa S1, se proporciona un modelo de datos orientado a objetos virtual de base. El modelo de datos orientado a objetos virtual de base comprende componentes abstractos correspondientes a los componentes de sistema o subsistemas del sistema complejo investigado. Cada componente abstracto del modelo de datos orientado a objetos virtual de base comprende parámetros y atributos del componente de sistema respectivo del sistema complejo investigado. La figura 5 muestra un ejemplo de un modelo de datos orientado a objetos virtual de base para un sistema de turbina de gas. El modelo de datos orientado a objetos virtual de base puede almacenarse en una memoria de datos, por ejemplo, en la base de datos de un servidor de monitorización.

35 En una etapa S2 adicional, se mapean etiquetas de sensor de sensores desplegado en el sistema complejo investigado y/o nombres de acontecimiento de acontecimientos recibidos a partir del sistema complejo investigado a los parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado para generar un modelo de datos dedicado para el tipo de sistema del sistema complejo investigado. Tal como se ilustra en la figura 5, el modelo de datos orientado a objetos virtual de base es, en una realización preferida, un modelo de datos orientado a objetos jerárquico estructurado de árbol que comprende componentes abstractos correspondientes a componentes de sistema del sistema complejo investigado y que están conectados entre sí por medio de relaciones triples. Un ejemplo para una relación triple es, por ejemplo, el componente A contiene al componente B. El modelo de datos orientado a objetos virtual de base puede cargarse en una realización posible desde una base de datos.

40 En una etapa S3 adicional del método tal como se ilustra en la figura 3, puede realizarse un modo de fallo y/o un análisis de causa raíz del sistema complejo investigado basándose en el modelo de datos dedicado generado para el tipo de sistema específico del sistema complejo investigado. El modelo de datos orientado a objetos virtual de base puede comprender componentes abstractos o subsistemas tal como se muestra en el ejemplo ilustrado en la figura 5 que puede incluir atributos, parámetros físicos y valores de umbral tales como tipo, velocidad, carga y temperatura. Una configuración del modelo de datos orientado a objetos virtual de base puede lograrse mapeando las etiquetas de sensor y/o los nombres de acontecimiento y estableciendo los atributos y/o los valores de umbral. Si, por ejemplo, se usan dos de tres lecturas de sensor también pueden mapearse varias etiquetas de sensor a parámetros físicos de los componentes abstractos dentro del modelo de datos orientado a objetos virtual de base. Tal como se muestra en la figura 5, un modelo de datos orientado a objetos virtual de base bvoDM puede comprender como componentes abstractos un sitio de cliente CS que incluye una planta PL. El modelo de datos orientado a objetos virtual de base puede comprender componentes de base abstractos adicionales, por ejemplo, un tren de accionamiento DT tal como se ilustra en el ejemplo de la figura 5. Cada tren de accionamiento DT comprende una caja de engranajes GB, un equipo accionado DE o a paquete de accionamiento DP. El paquete de accionamiento DP puede comprender un generador de gas GG, una turbina de potencia PT en sistemas auxiliares AS. Una turbina puede tener un rotor con un sensor de velocidad y una cámara de quemado con varios termopares TC de punta de quemador. El equipo accionado DE también forma un componente abstracto del modelo de datos orientado a objetos virtual de base y puede especializarse o bien como un alternador con un sensor de potencia o bien como un compresor/una bomba con un sensor de presión. Por consiguiente, para cada tipo de aplicación y/o

tipo de sistema del sistema complejo investigado, se genera automáticamente un modelo de datos dedicado en el que el modelo de datos dedicado generado hereda las propiedades del modelo de datos orientado a objetos virtual de base que puede cargarse desde una base de datos. Finalmente, para cada sitio de cliente CS de un cliente que comprende una planta PL, puede proporcionarse una configuración del modelo de datos dedicado y componentes.

De esta manera, se garantiza que los componentes comunes tales como una cámara de quemado de turbina con termopares de punta de quemador se modelan y configuran de la misma manera en la totalidad del parque de turbinas que pueden monitorizarse por un proveedor de servicios remoto. Para cada modelo de datos dedicado que usa un lenguaje específico de dominio de turbina virtual, es decir que usa la estructura de árbol, nombres de componente, nombres de atributo, nombres de parámetro y nombres de umbral, es posible crear vistas de tendencia y/o vistas de acontecimiento y formular reglas de modo de fallo de una manera uniforme sencilla. Por consiguiente, para un único modo de fallo, es posible compartir las vistas de tendencia y/o vistas de acontecimiento respectivas, así como reglas entre todas las turbinas de tipo de sistema igual o similar. En una realización posible, el tipo de sistema del sistema complejo investigado se determina automáticamente.

En un análisis de modo de fallo tal como análisis de modo de fallo y efecto FMEA, el sistema complejo investigado tal como un sistema de turbina puede analizarse basándose en el modelo de datos dedicado generado, generado para el tipo de sistema específico del sistema complejo investigado. Además, puede aplicarse un análisis de causa raíz para identificar causas raíz de errores. Se considera que un factor es una causa raíz cuando la eliminación del mismo de una secuencia de error de problema impide que se repita un acontecimiento indeseable final.

Por medio de la aplicación del modelo de datos orientado a objetos virtual de base junto con el uso de un lenguaje específico de dominio de turbina virtual, es posible, con el método según la presente invención, mapear automáticamente etiquetas de sensor de sensores y/o nombres de acontecimiento de acontecimientos recibidos a partir de diferentes sistemas complejos investigados para generar el modelo de datos dedicado para el tipo de sistema respectivo del sistema complejo investigado y después realizar un modo de fallo y un análisis de causa raíz.

Esto proporciona las siguientes ventajas.

Pueden formularse modos de fallo genérico tales como fallos de arranque o fallos de válvula de descarga para un parque completo de sistemas complejos investigados tales como un parque de turbinas sólo una vez.

Además, el conocimiento de dominio, es decir reglas de fallo y/o vistas de tendencia/acontecimiento pueden formularse sólo una vez para las turbinas de sistemas complejos de tipo de sistema igual o similar.

Además, puede realizarse un análisis de causa raíz de una manera unificada. En el análisis de causa raíz, se baja por el árbol de componentes del modelo de datos orientado a objetos virtual estructurado de árbol mientras se comprueban los estados del componente (o bien fallo o bien normal).

El método para analizar un sistema complejo investigado según el primer aspecto de la presente invención proporciona una reducción significativa en el tiempo de ingeniería mientras simplifica y unifica todo el modo de fallo y análisis de causa raíz. A largo plazo, cuando se hace disponible suficiente información o datos sobre el análisis de causa raíz, el método puede conducir además a mejoras en el descubrimiento de componentes de sistema débiles que son propensos a errores. Un componente débil de este tipo puede ser, por ejemplo, el subsistema de lubricación de un sistema complejo. Además, es posible realizar un análisis de riesgo de fallo eficiente. Por ejemplo, puede detectarse que es probable que los encendedores presenten fallo dentro del plazo de las siguientes dos a tres semanas. Además, el método según la presente invención mejora la planificación de mantenimiento predictivo (por ejemplo, los encendedores afectados deben sustituirse lo antes posible). Además, el método según la presente invención mejora la disponibilidad de subsistemas o sistemas complejos completos. Por ejemplo, el método puede provocar una reducción de apagones forzados del sistema de turbina monitorizado.

En una realización posible del método según el primer aspecto de la presente invención, el modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado tal como se ilustra en la figura 5 puede cargarse desde una base de datos de un proveedor de servicios de monitorización remota que proporciona un servicio de monitorización remota para monitorizar un funcionamiento de varios sistemas complejos de tipos de sistema iguales o diferentes que se hacen funcionar por clientes del proveedor de servicios de monitorización remota. Por ejemplo, un proveedor de servicios de monitorización remota puede monitorizar un parque de turbinas distribuidas en diferentes ubicaciones cliente o sitios de cliente de clientes del proveedor de servicios. En una realización posible, las etiquetas de sensor empleadas en el sistema complejo investigado y/o los nombres de acontecimiento de los acontecimientos pueden suministrarse por un recopilador de datos del sistema complejo investigado por medio de una red de comunicaciones a un servidor remoto del proveedor de servicios de monitorización remota. El proveedor de servicios de monitorización remota puede realizar automáticamente el mapeo de las etiquetas de sensor recibidas y/o los nombres de acontecimiento recibidos en la etapa S2 a los parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base cargado desde la base de datos del proveedor de servicios de monitorización remota para generar el modelo de datos dedicado para el tipo de sistema del sistema complejo investigado. En una realización posible, los atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base se establecen en la etapa S2. El establecimiento de los atributos de los componentes

abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base puede realizarse en una realización posible por un usuario por medio de una interfaz de usuario del servidor remoto del proveedor de servicios de monitorización remota. Además, es posible que atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base se establezcan automáticamente en la etapa S2 a valores por defecto previamente configurados para el tipo de sistema respectivo del sistema complejo investigado y se almacenen en una base de datos del proveedor de servicios de monitorización remota. Los atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado pueden comprender en una realización posible valores de umbral.

En una realización posible adicional del método según la presente invención tal como se ilustra en el diagrama de flujo de la figura 4, pueden generarse automáticamente señales de control y/o señales de aviso para el sistema complejo investigado en la etapa S4 por el servidor remoto del proveedor de servicios de monitorización remota dependiendo de los resultados del modo de fallo y/o análisis de causa raíz realizado por el servidor remoto en la etapa S3 basándose en el modelo de datos dedicado generado por el servidor remoto para el tipo de sistema específico del sistema complejo investigado. Las señales de control generadas, generadas por el servidor remoto del sistema complejo investigado, pueden aplicarse en una etapa S5 adicional a componentes de hardware y/o software del sistema complejo investigado para proporcionar un servicio de reparación remota y/o un servicio de mantenimiento remoto por el proveedor de servicios de monitorización remota a clientes que hacen funcionar el sistema complejo investigado, por ejemplo, a clientes u operarios que hacen funcionar un sistema de turbina investigado.

En una realización posible del método según la presente invención, la generación del modelo de datos dedicado para un tipo de sistema específico de un sistema complejo por el servidor remoto del proveedor de servicios de monitorización remota en la etapa S2 puede activarse por un acontecimiento recibido por el servidor remoto a partir del sistema complejo, por ejemplo, por medio de una red de comunicaciones. En este caso, la generación del modelo de datos dedicado para el tipo de sistema específico del sistema complejo se realiza sobre la marcha durante el funcionamiento del sistema complejo. En una realización alternativa del método según la presente invención, la generación del modelo de datos dedicado para un tipo de sistema específico de un sistema complejo en la etapa S2 puede realizarse cuando el sistema complejo respectivo tal como el sistema de turbina se planifica y/o instala en un sitio de cliente de un cliente del proveedor de servicios de monitorización remota que hace funcionar el sistema complejo.

La figura 6 muestra un diagrama de bloques de una realización posible a modo de ejemplo de un aparato 1 de monitorización según el segundo aspecto de la presente invención, en el que el aparato 1 de monitorización está adaptado para analizar un sistema 2 complejo investigado que comprende una pluralidad de componentes de sistema y/o subsistemas. El sistema 2 complejo puede ser, por ejemplo, un sistema de turbina conectado por medio de una red 3 de comunicaciones al aparato 1 de monitorización remota tal como se ilustra en la figura 6. La red 2 de comunicaciones puede ser una red de comunicaciones por cable o inalámbrica. El aparato 1 de monitorización remota comprende, en la realización ilustrada, una base 4 de datos que almacena un modelo de datos orientado a objetos virtual de base que comprende componentes abstractos correspondientes a componentes de sistema del sistema complejo investigado. Si el sistema 2 complejo investigado es, por ejemplo, un sistema de turbina, la base 4 de datos del aparato 1 de monitorización puede comprender un modelo de datos orientado a objetos virtual de base que comprende componentes abstractos correspondientes a componentes de sistema de un sistema de turbina. Cada componente abstracto del modelo de datos orientado a objetos virtual de base almacenado en la base 4 de datos del aparato 1 de monitorización remota comprende parámetros y atributos del componente de sistema respectivo del sistema 2 complejo investigado. Tal como puede observarse en la figura 6, el aparato 1 de monitorización remota comprende un servidor 5 de monitorización remota que tiene acceso a la base 4 de datos.

Tal como se ilustra en la figura 7, el servidor 5 remoto del aparato 1 de monitorización remota comprende, en una realización posible, una unidad 6 de procesamiento y una unidad 7 de análisis. La unidad 6 de procesamiento está adaptada para mapear etiquetas de sensor de sensores desplegados en el sistema 2 complejo investigado y/o nombres de acontecimiento de acontecimientos recibidos a partir del sistema 2 complejo investigado a parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado. La unidad 6 de procesamiento está adaptada además para establecer atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado para generar un modelo de datos dedicado para el tipo de sistema del sistema complejo investigado. El modelo de datos dedicado generado para el tipo de sistema del sistema 2 complejo investigado se suministra por la unidad 6 de procesamiento del servidor 5 a la unidad 7 de análisis del servidor 5 tal como se muestra en la figura 7. La unidad 7 de análisis del servidor 5 está adaptada para realizar un modo de fallo y/o un análisis de causa raíz del sistema 2 complejo investigado basándose en el modelo de datos dedicado recibido generado por la unidad 6 de procesamiento para el tipo de sistema específico del sistema 2 complejo investigado. El aparato 1 de monitorización mostrado en la figura 6 es, en una realización posible, un aparato de monitorización remota de un proveedor de servicios de monitorización remota conectado por medio de la red 2 de comunicaciones a un número N de sistemas complejos, por ejemplo, a varios sistemas de turbina de un parque de turbinas.

La figura 8 muestra un diagrama de bloques de una implementación posible de un aparato 1 de monitorización remota según el segundo aspecto de la presente invención. En la realización ilustrada, el aparato 1 de



monitorización remota comprende además una unidad 8 de control adaptada para generar señales de control CTRL y/o señales de aviso WS para el sistema 2 complejo investigado. Las señales de control CTRL y las señales de aviso WS se generan por la unidad 8 de control del servidor 5 remoto dependiendo de los resultados del modo de fallo y/o análisis de causa raíz emitidos por la unidad 7 de análisis. En una realización posible, los resultados de análisis AR de la unidad 7 de análisis pueden emitirse además por medio de una interfaz 9 de datos a una unidad de procesamiento de datos para su procesamiento adicional. Las señales de aviso WS generadas por la unidad 8 de control pueden emitirse por medio de una interfaz 10 de usuario a un ingeniero de monitorización del proveedor de servicios remoto. Las señales de control CTRL generadas por la unidad 8 de control del servidor 5 pueden emitirse por una interfaz 11 de control y aplicarse por medio de una línea de señal de control a componentes del sistema complejo investigado. Las señales de control CTRL generadas por la unidad 8 de control del servidor 5 remoto pueden aplicarse a componentes de sistema de hardware y/o software del sistema 2 complejo investigado para proporcionar un servicio de reparación remota y/o un servicio de mantenimiento remoto por el proveedor de servicios de monitorización remota a clientes que hacen funcionar el sistema 2 complejo investigado respectivo.

Esto se ilustra en la figura 9. Las señales de control generadas emitidas por la interfaz 11 de señal de control pueden aplicarse por medio de un canal de señal de control a los diferentes sistemas 2-1, 2-2,----- 2-w complejos monitorizados por el aparato 1 de monitorización remota que está conectado a los sistemas 2-i complejos monitorizados tales como sistemas de turbina por medio de enlaces de comunicación de la misma o diferentes redes de comunicaciones. Tal como se ilustra en la figura 9, cada sistema 2-i complejo puede comprender un sistema de control local que tiene un recopilador 12-i de datos. El recopilador 12-i de datos suministra etiquetas de sensor ST de sensores desplegados en el sistema complejo investigado respectivo y/o nombres de acontecimiento EN de acontecimientos detectados en el sistema complejo respectivo por medio de un enlace de comunicación o una red de comunicaciones al servidor 5 remoto del aparato 1 de monitorización remota.

El proveedor de servicios de monitorización remota puede monitorizar y/o controlar una pluralidad de diferentes sistemas complejos tales como sistemas de turbina que están distribuidos en todo el mundo en diferentes países. La figura 10 muestra esquemáticamente un sistema de monitorización y/o de control a modo de ejemplo de un proveedor de servicios de monitorización remota. Un sistema 2-A complejo de un primer tipo de sistema T1 está ubicado en el ejemplo ilustrado de manera exterior OFFSH junto con otro sistema B complejo de un segundo tipo de sistema T2. Ambos sistemas comprenden un recopilador 12 de datos para aplicar las etiquetas de sensor de sensores desplegados en los sistemas 2-A, 2-B complejos investigados por medio de una red 13 de área local y un enlace 14 de comunicación por satélite a una interfaz de entrada de datos del aparato 1 de monitorización remota. Otros sistemas 2-C, 2-D, 2-E complejos que también comprenden cada uno un recopilador 12-C, 12-D, 12-E de datos están conectados por medio de una red 3 de comunicaciones independiente a otra interfaz de entrada de datos del aparato 1 de monitorización remota. En el ejemplo dado, los sistemas 2-C, 2-E complejos son del mismo tipo de sistema T1 similar al sistema 2-A complejo exterior. El sistema 2-D complejo es de un segundo tipo de sistema T2 idéntico al tipo de sistema del sistema 2-B complejo exterior. Otros sistemas complejos de diferentes tipos pueden conectarse por medio de enlaces de comunicación adicionales a interfaces de datos de entrada adicionales del aparato 1 de monitorización remota tal como también se ilustra en la figura 10. Los diferentes sistemas 2-i complejos pueden ser de diferentes tipos de sistema T, por ejemplo, el tipo de sistema T1, el tipo de sistema T2 y el tipo de sistema T3. Estos diferentes tipos de sistema T pueden usar diferentes nombres de etiqueta de sensor y/o nombres de acontecimiento. Los diferentes sistemas complejos pueden incluso fabricarse por diferentes fabricantes que usan diferentes convenios de nombre para etiquetas de sensor ST y/o nombres de acontecimiento EN. Las etiquetas de sensor ST de los sensores desplegados en los diferentes sistemas 2-i complejos investigados y/o los nombres de acontecimiento EN de acontecimientos detectados recibidos a partir de los sistemas complejos investigados se mapean automáticamente por el servidor 5 del aparato 1 de monitorización remota a los parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado cargado desde la base 4 de datos del aparato 1 de monitorización remota para generar un modelo de datos dedicado para el tipo de sistema T respectivo del sistema 2 complejo investigado. Si, por ejemplo, el sistema complejo investigado es el primer sistema 2-A complejo exterior, el servidor 5 genera un modelo de datos dedicado para el primer tipo de sistema (tipo de sistema T1). Por el contrario, si el sistema complejo investigado es el segundo sistema 2-B exterior, el servidor 5 genera automáticamente un modelo dedicado para el segundo tipo de sistema (tipo de sistema T2). Basándose en el modelo de datos dedicado generado, el servidor 5 realiza luego un modo de fallo y/o un análisis de causa raíz del sistema 2 complejo investigado respectivo. Por consiguiente, la presente invención proporciona una solución técnica impulsada por modelo para un modo de fallo y/o un análisis de causa raíz para sistemas complejos tales como turbinas de gas y/o vapor. En caso de un acontecimiento de fallo, el tiempo requerido para identificar y localizar el componente responsable del fallo se reduce significativamente. Además, pueden formularse modos de fallo genéricos para todo el parque de turbinas que comprende una pluralidad de diferentes sistemas de turbina que usan diferentes etiquetas de sensor ST, nombres y/o atributos de componente. Con el método según la presente invención, se facilita la monitorización, el mantenimiento y la reparación de sistemas 2 complejos y se hace que sean más transparentes para un ingeniero de monitorización de un proveedor de monitorización y/o mantenimiento remoto. Además, el método permite aumentar el tiempo de funcionamiento de sistemas 2 complejos y reducir el tiempo de inactividad o parada de los sistemas 2 complejos monitorizados. En consecuencia, se aumenta significativamente el rendimiento del sistema 2 complejo monitorizado. En una realización posible, el tipo del sistema 2 complejo investigado tal como un sistema 5 de turbina se detecta automáticamente por el servidor del aparato 1 de monitorización remota y un modelo de datos orientado a objetos virtual coincidente se

5 carga desde la base 4 de datos del aparato 1 de monitorización remota. Por ejemplo, si el servidor 5 detecta que el sistema complejo investigado es un sistema de turbina, carga el modelo de datos orientado a objetos virtual correspondiente de un sistema de turbina tal como se ilustra en la figura 5 desde su base 4 de datos. El modelo de datos orientado a objetos virtual cargado se usa luego para mapear las etiquetas de sensor ST de sensores desplegados en el sistema de turbina y/o los nombres de acontecimiento recibidos a partir del sistema de turbina físico investigado a los parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado de un sistema de turbina tal como se muestra en la figura 5.

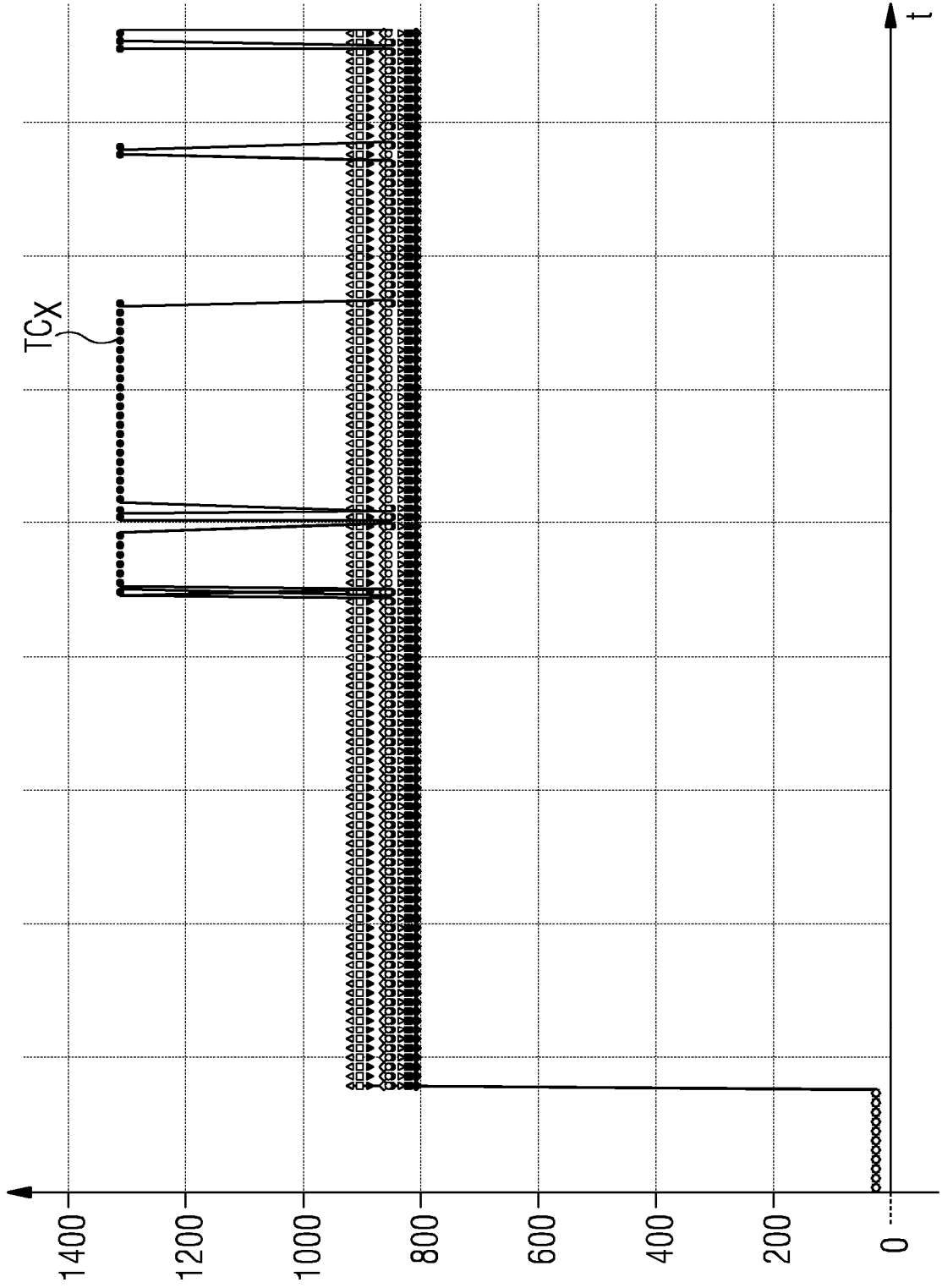
**REIVINDICACIONES**

1. Método para analizar un sistema (2) complejo investigado de un tipo de sistema específico,  
 5 comprendiendo dicho sistema (2) complejo una pluralidad de componentes de sistema,  
 comprendiendo el método las etapas de:  
 10 (a) proporcionar (S1) un modelo de datos orientado a objetos virtual de base que comprende componentes abstractos correspondientes a componentes de sistema del sistema (2) complejo investigado,  
 en el que cada componente abstracto del modelo de datos orientado a objetos virtual de base comprende parámetros y atributos del componente de sistema respectivo del sistema (2) complejo investigado;  
 15 (b) mapear (S2) etiquetas de sensor de sensores desplegados en el sistema (2) complejo investigado y/o nombres de acontecimiento de acontecimientos recibidos a partir del sistema (2) complejo investigado a los parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado para generar un modelo de datos dedicado para el tipo de sistema del sistema (2) complejo investigado; y  
 20 (c) realizar (S3) un modo de fallo y/o un análisis de causa raíz del sistema (2) complejo investigado basándose en el modelo de datos dedicado generado para el tipo de sistema específico del sistema (2) complejo investigado.
- 25 2. Método según la reivindicación 1,  
 en el que el modelo de datos orientado a objetos virtual de base es un modelo de datos orientado a objetos jerárquico estructurado de árbol que comprende componentes abstractos correspondientes a componentes de sistema del sistema (2) complejo investigado y que están conectados entre sí por medio de relaciones triples.  
 30
3. Método según la reivindicación 1 y 2, en el que el modelo de datos orientado a objetos virtual de base se carga desde una base (4) de datos de un proveedor de servicios de monitorización remota que proporciona un servicio de monitorización remota para monitorizar un funcionamiento de varios sistemas (2) complejos de tipos de sistema iguales o diferentes que se hacen funcionar por clientes del proveedor de servicios de monitorización remota.  
 35
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 3, en el que las etiquetas de sensor de sensores desplegados en un sistema (2) complejo investigado y/o los nombres de acontecimiento de acontecimientos se suministran por un recopilador (12) de datos del sistema (2) complejo investigado por medio de una red de comunicaciones a un servidor (5) remoto de un proveedor de servicios de monitorización remota.  
 40
5. Método según la reivindicación 4, en el que el servidor remoto del proveedor de servicios de monitorización remota realiza automáticamente el mapeo de etiquetas de sensor recibidas y/o nombres de acontecimiento recibidos a los parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base cargado desde la base (4) de datos de dicho proveedor de servicios de monitorización remota para generar el modelo de datos dedicado para el tipo de sistema del sistema (2) complejo investigado.  
 45
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, en el que los atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base se establecen por medio de una interfaz de usuario del servidor remoto de dicho proveedor de servicios de monitorización remota y/o se establecen automáticamente a valores por defecto previamente configurados para el tipo de sistema respectivo del sistema (2) complejo investigado y se almacenan en una base (4) de datos de dicho proveedor de servicios de monitorización remota.  
 50  
 55
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, en el que los atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado comprenden valores de umbrales.  
 60
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 a 7, en el que los sistemas (2) complejos investigados monitorizados por el proveedor de servicios de monitorización remota son sistemas complejos distribuidos ubicados en diferentes sitios de cliente de clientes del proveedor de servicios de monitorización remota.  
 65
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 a 8, en el que señales de control y/o señales

de aviso para el sistema complejo investigado se generan (S4) automáticamente por el servidor (5) remoto del proveedor de servicios de monitorización remota dependiendo de los resultados del modo de fallo y/o análisis de causa raíz realizado por el servidor (5) remoto basándose en el modelo de datos dedicado generado por el servidor remoto para el tipo de sistema específico del sistema complejo investigado.

- 5
10. Método según la reivindicación 9, en el que las señales de control generadas por el servidor (5) remoto para el sistema (2) complejo investigado se aplican (S5) a componentes de sistema de hardware y/o software del sistema (2) complejo investigado para proporcionar un servicio de reparación remota y/o servicio de mantenimiento remoto por dicho proveedor de servicios de monitorización remota para clientes que hacen funcionar el sistema (2) complejo investigado.
- 10
11. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 a 10, en el que la generación del modelo de datos dedicado para un tipo de sistema específico de un sistema (2) complejo por dicho servidor (5) remoto del proveedor de servicios de monitorización remota se activa por un acontecimiento recibido por el servidor (5) remoto a partir del sistema (2) complejo y se realiza sobre la marcha durante el funcionamiento del sistema (2) complejo o se realiza cuando el sistema (2) complejo se instala en un sitio de cliente de un cliente del proveedor de servicios de monitorización remota que hace funcionar el sistema (2) complejo.
- 15
12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 11, en el que el sistema (2) complejo investigado comprende un sistema de turbina de gas o un sistema de turbina de vapor que tiene una pluralidad de componentes de sistema de turbina.
- 20
13. Aparato (1) de monitorización adaptado para analizar un sistema (2) complejo investigado que comprende una pluralidad de componentes de sistema,
- 25
- comprendiendo dicho aparato (1) de monitorización:
- (a) una base (4) de datos que almacena un modelo de datos orientado a objetos virtual de base que comprende componentes abstractos correspondientes a componentes de sistema del sistema (2) complejo investigado, en el que cada componente abstracto del modelo de datos orientado a objetos virtual de base comprende parámetros y atributos del componente de sistema respectivo del sistema (2) complejo investigado;
- 30
- (b) una unidad (6) de procesamiento adaptada para mapear etiquetas de sensor de sensores desplegados en el sistema (2) complejo investigado y/o nombres de acontecimiento de acontecimientos recibidos a partir del sistema (2) complejo investigado a parámetros de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual proporcionado y adaptada para establecer los atributos de los componentes abstractos del modelo de datos orientado a objetos virtual de base proporcionado para generar un modelo de datos dedicado para el tipo de sistema del sistema (2) complejo investigado; y
- 35
- (c) una unidad (7) de análisis adaptada para realizar un modo de fallo y/o análisis de causa raíz del sistema (2) complejo investigado basándose en el modelo de datos dedicado generado por dicha unidad (6) de procesamiento para el tipo de sistema específico del sistema (2) complejo investigado.
- 40
14. Aparato de monitorización según la reivindicación 13, en el que el aparato (1) de monitorización es un aparato de monitorización remota de un proveedor de servicios de monitorización remota conectado por medio de al menos una red (2) de comunicaciones a varios sistemas (2) complejos, en el que dicho aparato (1) de monitorización remota comprende un servidor (5) remoto que comprende dicha unidad (6) de procesamiento y dicha unidad (7) de análisis y estando adaptado para cargar el modelo de datos orientado a objetos virtual desde una base (4) de datos de dicho aparato (1) de monitorización remota.
- 45
- 50

FIG 1



**FIG 2**

```

CS      UN      NA0014/01
        ST      TC1, TC10, TC11, TC12, TC13, TC2, TC3, TC4, TC5, TC6, TC7, TC8, TC9

R      señal(*FALLO: Termopar TC1*) =
comparación(>, sd(#*TC1*, 20m), 5*max(sd(#*TC2*, 20m), sd(#*TC3*, 20m), sd(#*TC4*, 20m), sd(#*TC5*, 20m),
sd(#*TC6*, 20m), sd(#*TC7*, 20m), sd(#T ...

señal(*FALLO: Termopar TC1*) =
comparación(==, sd(#*TC1*, 20m), 0):duración(>=30m);

```

FIG 3

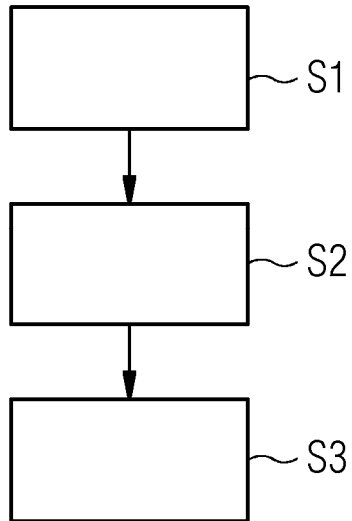


FIG 4

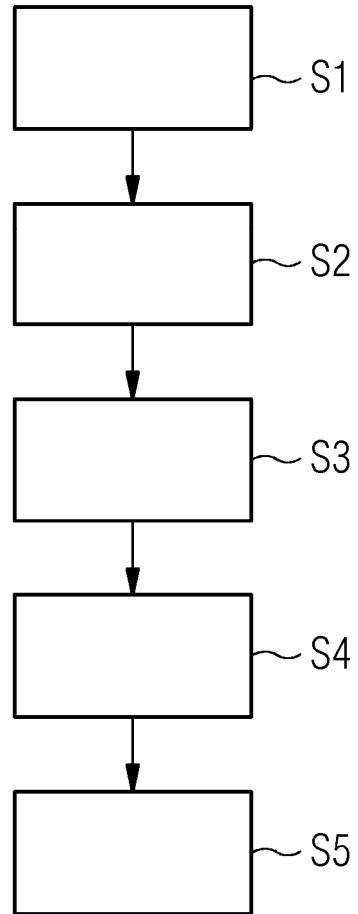


FIG 5

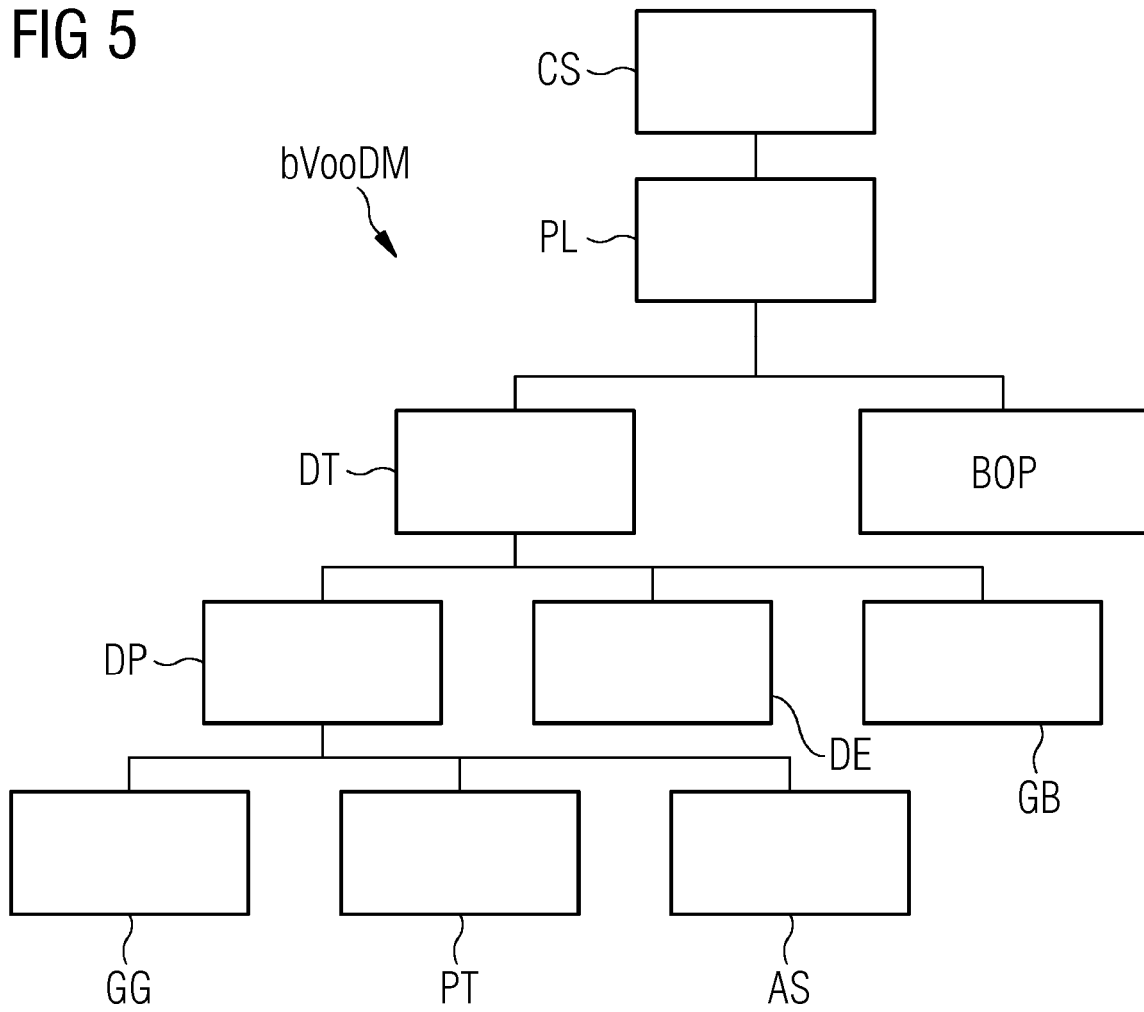




FIG 6

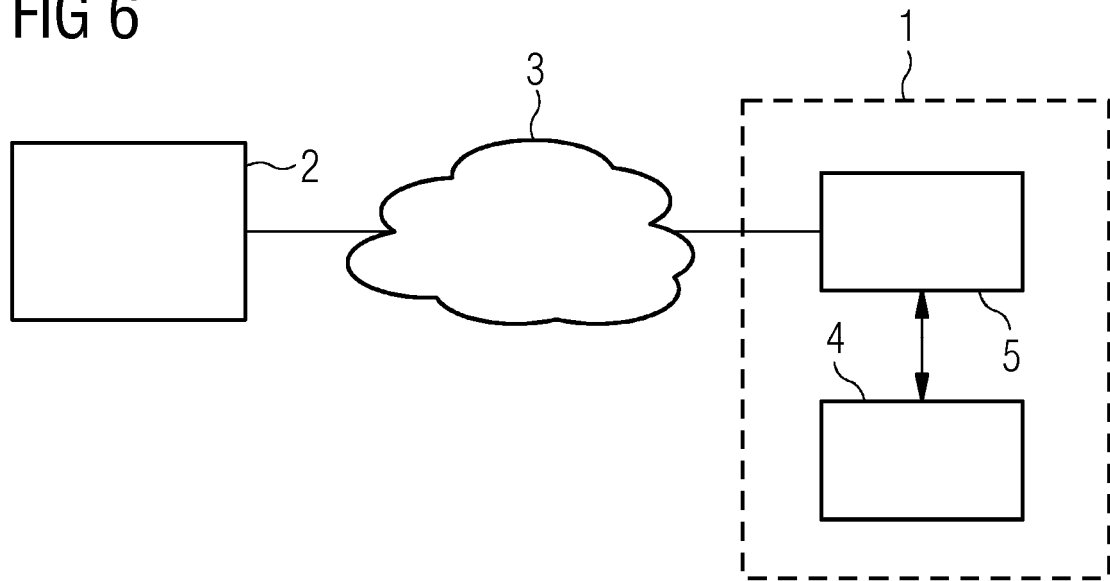


FIG 7

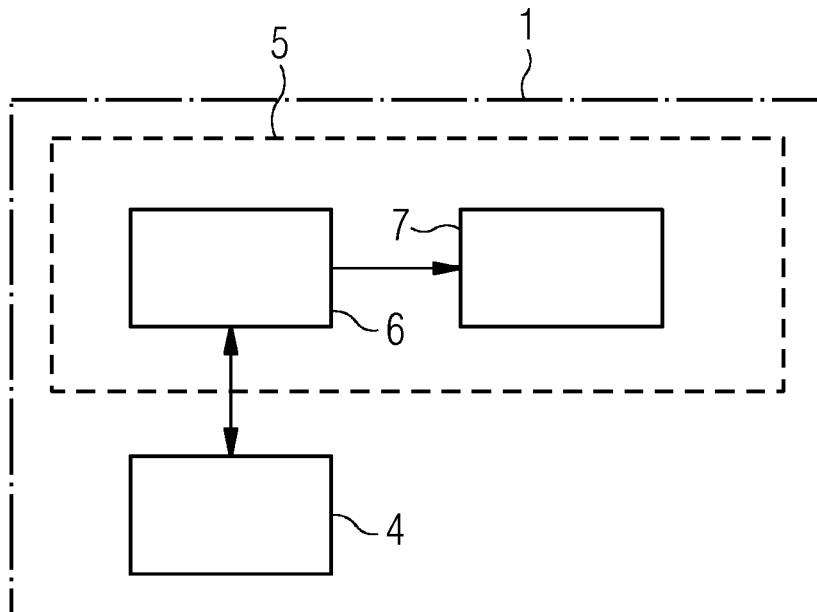


FIG 8

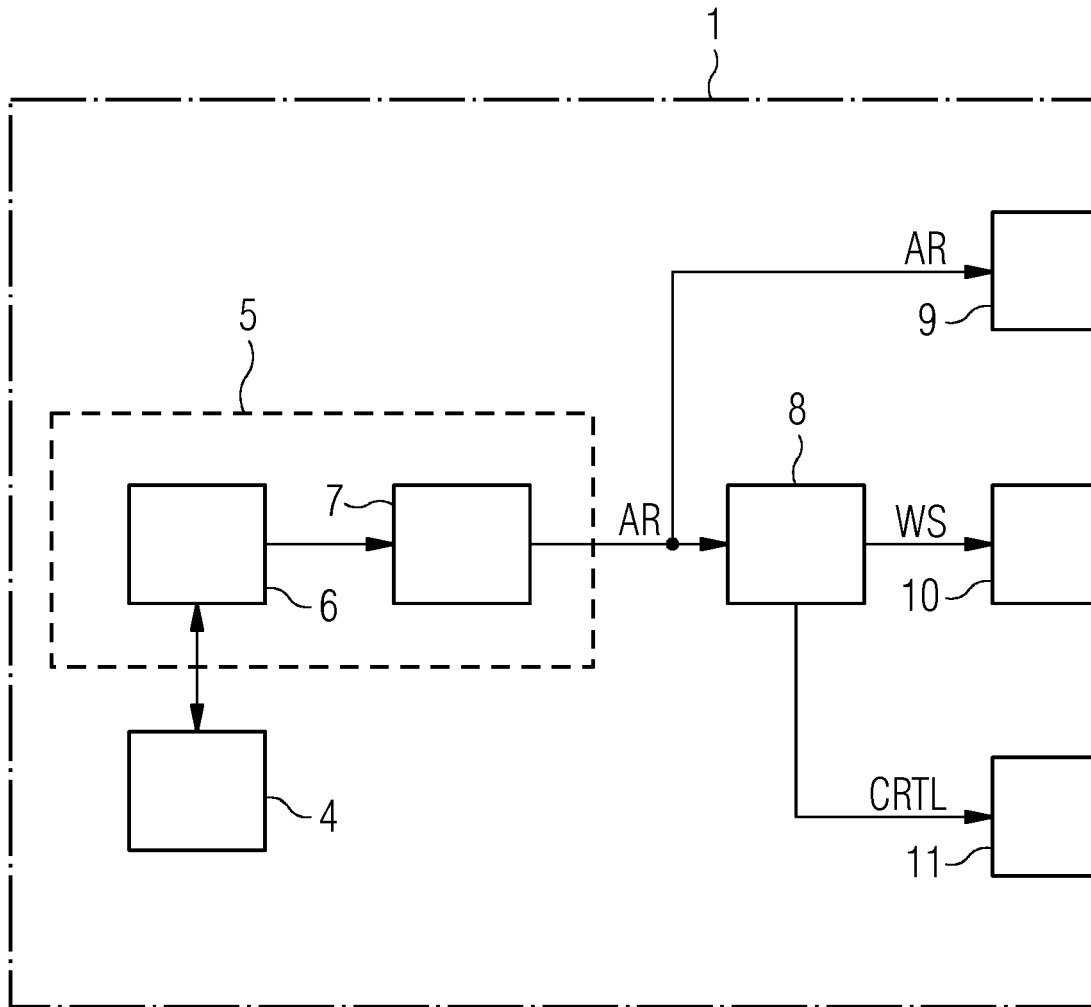


FIG 9

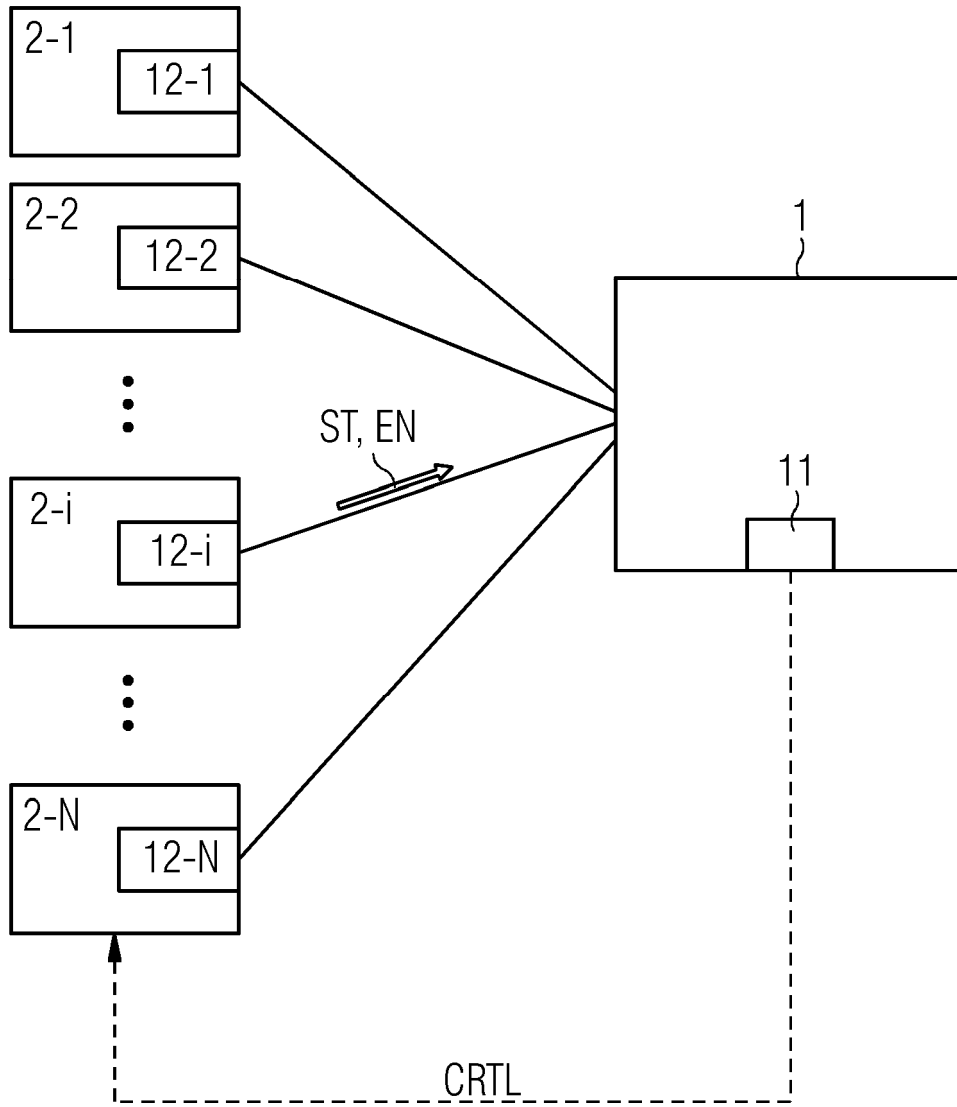


FIG 10

