

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 831 376**

51 Int. Cl.:

G01H 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2006 PCT/DE2006/000918**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.01.2007 WO07003150**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2006 E 06753204 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020 EP 1896809**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para monitorizar el estado de instalaciones de un barco**

30 Prioridad:

29.06.2005 DE 102005030202

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

08.06.2021

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH
(100.0%)**

**Werftstraße 112-114
24143 Kiel, DE**

72 Inventor/es:

THOMAS, ERHARD

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 831 376 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

Procedimiento y dispositivo para monitorizar el estado de instalaciones de un barco

La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para monitorizar estados de forma permanente y para recopilar datos de estado a largo plazo de instalaciones de un barco (ambas cosas se procesan en paralelo), esto último en condiciones de medición idénticas durante el ciclo de navegación del barco (periodo de tiempo entre dos revisiones), en donde el parámetro de estado real se compara con al menos un parámetro de este “nuevo estado de la instalación” y con el mismo, en función de la comparación llevada a cabo durante la navegación del barco, se entrega a la tripulación una indicación sobre mantenimiento o reparación, o bien – antes de la revisión de un barco, después de un ciclo de navegación del barco – se genera un protocolo de estado de la instalación, con cuya ayuda se hace posible tomar una decisión sobre trabajos de mantenimiento, reparaciones o sustitución de la instalación necesarios.

En el documento US 6298308 B1 se presenta un planteamiento, para llevar a cabo un mantenimiento predictivo (predictive maintenance) en una instalación (site), véase col. 2/lín. 34 - 35. A los llamados expertos locales (local experts) está asociada respectivamente una máquina de la instalación y estos recopilan datos sobre la vibración de la máquina, véase col. 2/lín. 37 – 41. Esta alarma puede referirse a defectos, que ya se han producido (impending failure), al desgaste por ejemplo de cojinetes así como a un mantenimiento necesario, véase col. 2/lín. 58 – 64. Para ello el experto local decide automáticamente qué máquinas trabajan según lo requerido o presentan problemas pequeños, medianos o graves, véase col. 3/lín. 6 – 8.

Cada experto local en el documento US 6298308 B1 comprende un sistema experto con un banco de datos de normas o un banco de datos de conocimientos. El experto local genera una alarma en función de los resultados del sistema experto. En el ejemplo de realización, el experto local 16 analiza con normas o conocimientos los datos de vibración y diagnostica el estado de una máquina 14, véase col. 5/lín. 12- 15.

El sistema experto de un experto local posee en una forma de realización una red neural, lógica fuzzy u otros analizadores adaptativos y/o predictivos, véase col. 5/lín. 9 – 12. Además de esto el experto local 16 posee un banco de datos, en el por un lado están archivadas informaciones sobre una determinada máquina 14 y, por otro lado una biblioteca de datos de máquinas del mismo tipo, véase col. 5/lín. 6 – 9.

En una conformación cada experto local está conectado a un sistema de monitorización central a través de un enlace de datos. El experto local puede transferir datos a un banco de datos del sistema de monitorización central. El sistema de monitorización central (“central monitoring location 34”) puede valorar los datos locales transmitidos, en cuanto se produzca un problema, véase col. 3/lín. 45 – 55.

El objetivo de la presente invención consiste en presentar un procedimiento del tipo citado al comienzo, de tal manera que se produzca una información automática fiable de la tripulación, en el caso de un empeoramiento del estado de una instalación del barco durante la navegación del barco, ya en el caso de una aproximación tendencial a un valor límite de riesgo.

Este objetivo se logra conforme a la invención mediante un procedimiento para llevar a cabo trabajos de mantenimiento en barcos. En el procedimiento se detecta mediante técnica de medición al menos un parámetro de al menos una instalación del barco y se compara con al menos un valor nominal. En función de la comparación llevada a cabo se pone en marcha un proceso de mantenimiento, en donde la detección mediante técnica de medición del parámetro comprende al menos una medición de ruidos estructurales, en donde los datos de ruidos estructurales se comparan con datos nominales y en donde, a la hora de valorar los datos de medición, se tienen en cuenta informaciones adicionales procedentes de un sistema de automatización e información del barco. Mediante el sistema de automatización e información del barco se accede a todo el archivo de señales del barco en cuanto al estado operativo del barco y al estado operativo de las instalaciones del barco a medir, en donde una medición de estado en una instalación del barco solo se lleva a cabo, si el estado operativo del barco y el estado operativo de la instalación del barco a medir coinciden con un estado de medición normalizado prefijado.

Por ejemplo con los valores de medición sobre ruidos estructurales, ruidos espaciales u orbitales (órbita = la trayectoria de movimiento de un rotor en el cojinete), recopilados para evaluar el estado de una instalación del barco, se llevan a cabo cálculos de tendencia sobre el desarrollo de desgaste o daños en los siguientes meses del funcionamiento en navegación y se realizan comparaciones con los valores límite de riesgo de la instalación del barco. Si en el periodo de tiempo de los siguientes meses cabe esperar una aproximación tendencial de los parámetros de estado al valor límite de riesgo, se requiere de la tripulación un mantenimiento pronóstico o una reparación.

Otro objetivo de la presente invención consiste en, antes de una revisión del barco y después de un periodo de navegación de varios años del barco, generar un protocolo de estado de las instalaciones del barco monitorizadas por el dispositivo, que hace posible una decisión sobre si puede seguir haciéndose funcionar una determinada instalación, o bien debe repararse o sustituirse.

Este objetivo se logra conforme a la invención mediante un dispositivo para coordinar la realización de trabajos de mantenimiento en los barcos. El dispositivo presenta al menos un sensor para detectar un parámetro de estado de una instalación del barco y un dispositivo de valoración para comparar el parámetro de estado detectado mediante técnica

de medición con al menos un valor nominal. Está previsto un dispositivo para señalar una ejecución necesaria de un proceso de mantenimiento en función de la valoración de los valores de medición. El sensor está configurado para medir los ruidos estructurales. El dispositivo de valoración está conectado a un sistema de automatización e información del barco, a través del cual el dispositivo accede al archivo de señales completo del barco en cuanto al estado operativo del barco y al estado operativo de las instalaciones del barco a medir, en donde una medición de estado en una instalación del barco solo se lleva a cabo, si el estado operativo del barco y el estado operativo de la instalación del barco a medir coinciden con un estado de medición normalizado prefijado.

Por ejemplo, el dispositivo está acoplado pasiva y activamente a través de una interfaz al sistema de automatización/información del barco, de tal manera que de este modo puede accederse a todo el archivo de señales del barco en cuanto al estado operativo del barco (número y clase de los accionamientos y de las instalaciones auxiliares en funcionamiento, su número de revoluciones, etc.) y también en cuanto al estado operativo de las instalaciones del barco a medir (número de revoluciones de árboles de engranajes, temperaturas de aceite, etc.).

De esta manera se garantiza que el dispositivo solo lleve a cabo mediciones de estado en una instalación del barco, si el estado operativo del barco y de la instalación del barco a medir coincidan con un "estado de medición normalizado" prefijado en cuanto a software, dentro de determinados anchos de banda de desviaciones. De esta forma se asegura la posibilidad de comparación de mediciones situadas muy separadas en el tiempo. Esta posibilidad de comparación de las mediciones de estado es una premisa básica para unos diagnósticos de estado certeros.

Otro objetivo de la presente invención consiste, con una monitorización de estado permanente, en ofrecer a la tripulación del barco, en el caso de una aproximación a un valor límite de riesgo de una instalación del barco, además de la visualización de esa aproximación, unas indicaciones sobre posibles causas de este empeoramiento del estado.

Este objetivo se logra conforme a la invención mediante un procedimiento para la monitorización permanente de estados de instalaciones en barcos. En el procedimiento se detecta mediante técnica de medición al menos un parámetro de estado de al menos una instalación del barco y se compara con al menos un valor nominal. Se accede a todo el archivo de señales del barco en cuanto con relación al estado operativo del barco y al estado operativo de las instalaciones del barco a medir, en donde solo se lleva a cabo una medición de estado en una instalación del barco si el estado operativo del barco y el estado operativo de la instalación del barco a medir coinciden con un estado de medición normalizado prefijado. En el caso de un empeoramiento del estado de la instalación a monitorizar se requiere de la tripulación, ya antes de alcanzarse unos valores límite de riesgo, un mantenimiento o una reparación.

Por ejemplo, los valores de medición tienen valor informativo a través del entorno adicional relacionado con la técnica de instalaciones de la instalación del barco en riesgo, en el sistema de automatización/información del barco. Los valores de medición son asumidos por el dispositivo y se analizan, con el objetivo de ver si a partir de su magnitud o variación pueden sacarse conclusiones sobre causas primarias o secundarias del empeoramiento de estado correspondiente.

Si es este el caso, se genera para la tripulación una indicación de causas con propuestas para mantenimiento o reparación. Si se determina – como ejemplo – un mayor nivel de vibraciones en un cojinete de un árbol de hélice del dispositivo, pueden utilizarse para ofrecer indicaciones a la tripulación sobre posibles causas del empeoramiento del estado los valores de medición, que son requeridos por el dispositivo a partir del sistema de automatización/información del barco, sobre temperatura de aceite, presiones diferenciales de los filtros de aceite preconectados al cojinete o el indicador de nivel de llenado del depósito de aceite del dispositivo.

Además de esto, en general para las mediciones en instalaciones del barco, que deben tener lugar bajo determinadas condiciones de medición en lo referente al estado operativo de la instalación a medir y al estado operativo del barco (por ejemplo en navegaciones de prueba), puede llevarse a cabo todo el proceso de medición y la valoración de la medición de formas completamente automatizada sin presencia de personal de medición.

Esto puede realizarse de tal manera, que en el dispositivo se archiven las condiciones de medición citadas (estado operativo del barco y de la instalación). Si el dispositivo determina, por medio de la conexión al sistema de automatización/información del barco y a través de los valores de medición asumidos desde allí en un ciclo de algunos minutos, que el estado operativo del barco y de las instalaciones del barco coinciden con las condiciones de medición prefijadas, se activan las cadenas de medición pertenecientes a las instalaciones del barco a medir, los valores de medición se archivan en un sistema de banco de datos y a continuación se valoran gráficamente.

En los dibujos de las figs. 1 a 4 se han representado esquemáticamente unos ejemplos de realización de la invención. Aquí muestran:

la fig. 1 un diagrama de desarrollo esquemático de la estructura grosera de la parte "recopilar datos" de la instalación,

la fig. 2 un diagrama de desarrollo esquemático de la estructura grosera de la parte "análisis/diagnóstico" de la instalación,

la fig. 3 un diagrama de desarrollo comentado de la parte "recopilar datos" de la instalación (explicaciones basadas en los números en el texto),

la fig. 4 un diagrama de desarrollo comentado de la parte “análisis/diagnóstico” de la instalación (explicaciones basadas en los números en el texto).

La fig. 1 ilustra esquemáticamente el desarrollo del procedimiento de la parte “recopilar datos de estado a largo plazo” de la instalación. Un generador de eventos (1) inicia en espacios de tiempo prefijados, para una lista prefijada de objetos de medición (objeto de medición = instalación del barco) (2), unas consultas al sistema de información/automatización (IMCS, 4) del barco, asume desde allí señales sobre el estado operativo del barco y del objeto de medición y comprueba, con las señales asumidas, si coinciden con una de las condiciones de medición (3) prefijadas para ese objeto de medición (3), es decir con estados operativos prefijados del barco y del objeto de medición. Si es éste el caso, se activa la cadena de medición para ese objeto de medición (5, 6) y los valores de medición son asumidos por el dispositivo. Si la medición es la primera medición (7) del objeto de medición, se archiva como medición de referencia (“nuevo estado”) del objeto de medición para posteriores comparaciones con mediciones reales. Si se trata de una medición de continuación del objeto de medición, se realiza, después de un procesamiento de los valores de medición (p.ej. Transformada rápida de Fourier, 9), una comparación con la medición de referencia (10). Si se determinan variaciones de estado del objeto de medición, se archiva la medición en un banco de datos y – si se presentan indicios de un daño o una aproximación a un valor límite de riesgo – se inicia la parte “análisis/diagnóstico” de la instalación y se entrega a la tripulación una información para el mantenimiento o la reparación del objeto de medición.

La fig. 2 muestra esquemáticamente el desarrollo de la parte “análisis/diagnóstico” de la instalación para el caso aplicativo “valoración de estado de todas las instalaciones del barco observadas = objetos de medición antes de una revisión del barco”. En la jerarquía: todos los objetos de medición (2) / todas las condiciones de medición (3) / todos los puntos de medición (6) se lleva a cabo en primer lugar un análisis en serie (12) de los espectros de ruidos estructurales (13) y espaciales (14), archivados en el banco de datos durante el ciclo de navegación del barco, o de las mediciones orbitales (orbital significa un segmento de trayectoria bidimensional, con el que oscila un punto superficial de una instalación o que describe un rotor en un cojinete de deslizamiento dentro de la holgura del cojinete, 15) según determinados valores principales (16, 17, 18) de los espectros, como (ejemplos):

- Valor efectivo de la velocidad de vibración
- Velocidad de vibración máxima
- Posición de frecuencia del valor máximo de la velocidad de vibración
- Similitud de imagen del espectro de velocidades de vibración con respecto a la medición de referencia
- Medidas orbitales
- Posición de fase de la órbita
- Forma de la órbita (¿formación de bucles?).

Basándose en estos valores principales se genera un diagnóstico de valores principales (19) del objeto de medición para una serie de condiciones de medición, asistido por ordenador. Si se determinan aquí daños o desgaste del objeto de medición después de un cálculo de tendencia, se analizan los espectros específicamente para ver qué picos de velocidad de vibración han variado de forma significativa, y a qué frecuencia, en su magnitud y posición de frecuencia durante el periodo de medición. Los conocimientos obtenidos de aquí sobre la causa y el desarrollo del daño se formulan para el objeto de medición en un diagnóstico de picos aislados (20). Si los resultados no son inequívocos, puede conectarse un análisis selectivo (2) en diálogo con la instalación. En esta parte de análisis/diagnóstico de la instalación se genera una plantilla de posibles frecuencias de excitación (22), con ayuda de datos constructivos o específicos de funcionamiento del objeto a medir como número de revoluciones en funcionamiento, número de dientes en ruedas de engranajes, número de cuerpos rodantes en rodamientos, etc., que están contenidos en el archivo del objeto de medición. Los espectros medidos se analizan a continuación para ver si picos de velocidad de vibración notables de los espectros medidos, significativos para el daño detectado, coinciden con esas frecuencias de la plantilla. Si es éste el caso, pueden derivarse indicaciones sobre el tipo de daño (durante la revisión del barco) o sobre medidas de mantenimiento durante la navegación del barco. Por último, se reúnen todos los resultados del estudio en un diagnóstico del objeto de medición.

La fig. 3 muestra como diagrama esquemático el desarrollo para la monitorización de estado, al mismo tiempo que el diagnóstico permanente y la recopilación de datos de estado.

La fig. 4 ilustra, para la monitorización de estado del barco, el desarrollo del diagnóstico a largo plazo.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para llevar a cabo trabajos de mantenimiento en barcos, en el que se detecta mediante técnica de medición al menos un parámetro de al menos una instalación del barco y se compara con al menos un valor nominal y en el que, en función de la comparación llevada a cabo se pone en marcha un proceso de mantenimiento, en donde la detección mediante técnica de medición del parámetro comprende al menos una medición de ruidos estructurales, en donde los datos de ruidos estructurales se comparan con datos nominales y en donde, a la hora de valorar los datos de medición, se tienen en cuenta informaciones adicionales procedentes de un sistema de automatización e información del barco, **caracterizado porque** mediante el sistema de automatización e información del barco se accede a todo el archivo de señales del barco en cuanto al estado operativo del barco y al estado operativo de las instalaciones del barco a medir, en donde una medición de estado en una instalación del barco solo se lleva a cabo, si el estado operativo del barco y el estado operativo de la instalación del barco a medir coinciden con un estado de medición normalizado prefijado.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se valoran los valores de medición de ruidos espaciales.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se valoran los valores de medición de la trayectoria de movimiento.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** se lleva a cabo un diagnóstico permanente de la al menos una instalación del barco.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** se recopilan datos de estado a largo plazo.
- 6.- Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** se llevan a cabo estudios de tendencias.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado porque** se lleva a cabo un diagnóstico a largo plazo.
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** se lleva a cabo un análisis selectivo mediante patrones de frecuencia.
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** se valora un espectro de velocidad de vibración.
- 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** se lleva a cabo una detección de datos de estado en una ventana de tiempo de cinco minutos.
- 11.- Dispositivo para coordinar la realización de trabajos de mantenimiento en los barcos, que presenta al menos un sensor para detectar un parámetro de estado de una instalación del barco, en donde el sensor está configurado para la medición de ruidos estructurales, y que presenta un dispositivo de valoración para comparar el parámetro de estado detectado mediante técnica de medición con al menos un valor nominal, y en el que está previsto un dispositivo para señalar una ejecución necesaria de un proceso de mantenimiento en función de la valoración de los valores de medición, **caracterizado porque** el dispositivo de valoración está conectado a un sistema de automatización e información del barco, a través del cual accede al archivo de señales completo del barco en cuanto al estado operativo del barco y al estado operativo de las instalaciones del barco a medir, en donde una medición de estado en una instalación del barco solo se lleva a cabo, si el estado operativo del barco y el estado operativo de la instalación del barco a medir coinciden con un estado de medición normalizado prefijado.
- 12.- Procedimiento para la monitorización permanente de estados de instalaciones en barcos, en el que mediante técnica de medición se detecta al menos un parámetro de estado de al menos una instalación del barco y se compara con al menos un valor nominal, **caracterizado porque** se accede a todo el archivo de señales del barco con relación al estado operativo del barco y al estado operativo de las instalaciones del barco a medir, en donde solo se lleva a cabo una medición de estado en una instalación del barco si el estado operativo del barco y el estado operativo de la instalación del barco a medir coinciden con un estado de medición normalizado prefijado, y porque en el caso de un empeoramiento del estado de la instalación monitorizada se requiere de la tripulación, ya antes de alcanzarse unos valores límite de riesgo, un mantenimiento o una reparación.
- 13.- Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado porque** en el caso de un empeoramiento del estado de una instalación del barco, mediante la conexión del dispositivo al sistema de automatización/información del barco, se asumen procedentes del sistema de automatización/información valores de medición adicionales que se refieren al entorno técnico de la instalación afectada y, a partir de los mismos, se entregan indicaciones a la tripulación sobre las causas primarias o secundarias probables de ese empeoramiento de estado.
- 14.- Procedimiento según las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** se recopilan datos de estado a largo plazo y para garantizar la posibilidad de comparación de los datos de estado de las instalaciones del barco observadas

durante periodos de tiempo de años, mediante la conexión entre el dispositivo y el sistema de automatización/información, solo se realizan mediciones de estado y recopilaciones de datos a largo plazo en las instalaciones del barco a observar, si las condiciones operativas del barco y los estados operativos de las instalaciones del barco coinciden con “estados de medición normalizados” prefijados en cuanto a software.

- 5 15.- Procedimiento según las reivindicaciones 12, 13 y 14, **caracterizado porque** cualquier tipo de medición para controlar el estado de las instalaciones del barco o las mediciones durante navegaciones de prueba, que deben tener lugar bajo determinadas condiciones del funcionamiento del barco y de la instalación del barco a medir, se automatizan sin intervención manual, en donde el dispositivo detecta automáticamente, mediante su conexión al sistema de automatización/información a través de la asunción de los datos de estado operativo del barco y de la instalación del
- 10 barco, cuándo se dan las condiciones de medición deseadas y, entonces, activa la cadena de medición de la instalación a medir y archiva los datos de medición en un banco de datos.

16.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizado porque** se valoran las órbitas, que son trayectorias de movimiento bidimensionales de puntos superficiales de los objetos de medición o trayectorias de movimiento de rotores en cojinetes de deslizamiento.

- 15 17.- Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado porque** la medición de los datos de estado a largo plazo se realiza solo bajo estados operativos del barco y estados operativos de la instalación del barco correspondiente definidos.

- 18.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 17, **caracterizado porque** en el caso de un empeoramiento del estado de un dispositivo de la instalación, que se produzca durante la navegación del barco, se lleva a cabo un pronóstico del desarrollo de los daños en un futuro inmediato mediante estudios de tendencia a partir de los datos de estado recopilados, para estimar la vida útil restante de la instalación hasta su avería.
- 20

- 19.- Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado porque** con los datos de estado recopilados bajo la reivindicación 17 se lleva a cabo antes de una revisión del barco un diagnóstico a largo plazo de la instalación del barco, de tal manera que es posible estimar si es necesario llevar a cabo trabajos de mantenimiento o reparación en una
- 25 instalación observada del barco, si es necesario sustituir la instalación o si puede seguir su funcionamiento sin intervenir hasta la siguiente revisión.

- 20.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 19, **caracterizado porque** se lleva a cabo un análisis de estado de un equipo de la instalación del barco en dos etapas, de tal manera que en una primera etapa en serie se estudian valores principales de los espectros de ruidos estructurales o espaciales de la instalación del barco para buscar
- 30 signos de daños y en donde, en una segunda etapa selectiva se forma una plantilla de frecuencias de posibles frecuencias de excitación, a partir de datos constructivos y/u operativos de la instalación, en cuyo entorno se prosigue y afina la búsqueda de signos de daños.

21.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 20, **caracterizado porque** se valoran espectros de velocidades de vibración.

- 35 22.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 21, **caracterizado porque** se emplean sensores para medir ruidos estructurales y espaciales, así como para medir órbitas, y porque un dispositivo de valoración se conecta a un sistema de automatización e información del barco.

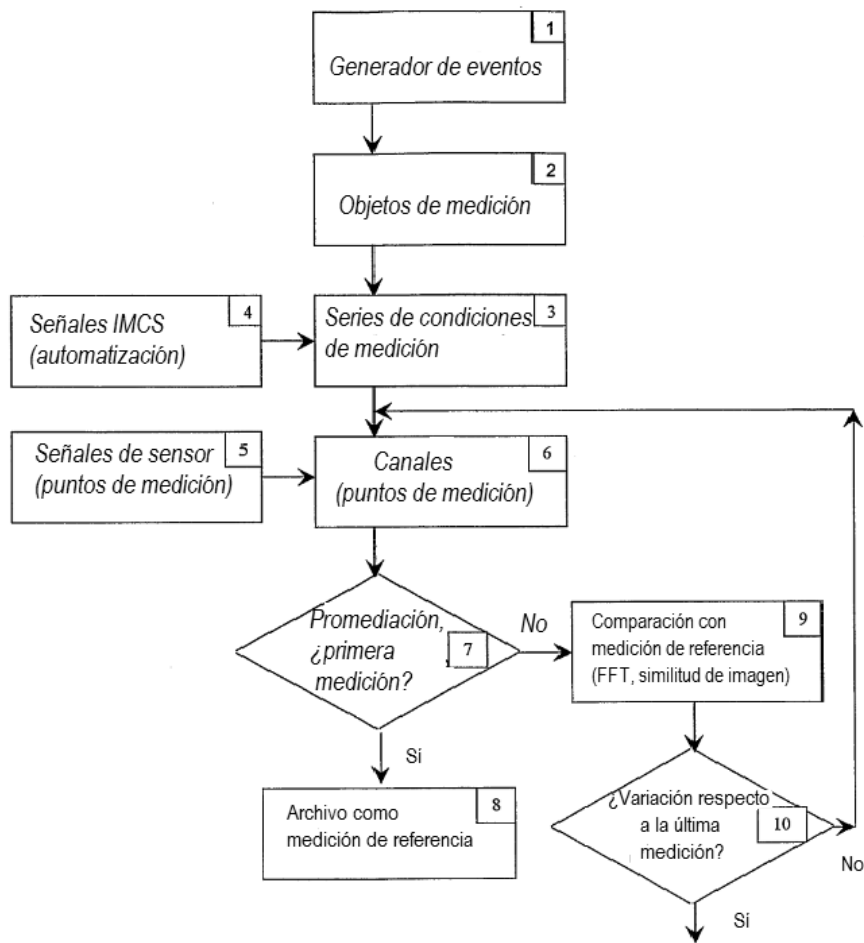


Fig. 1

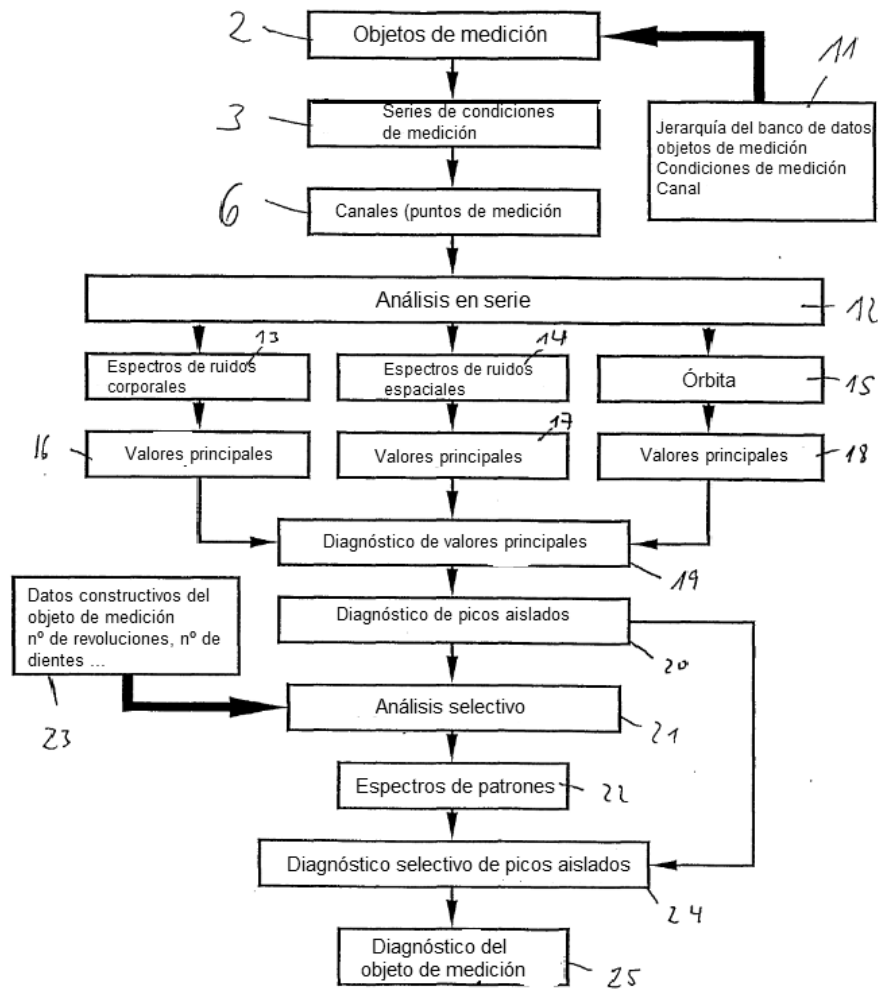
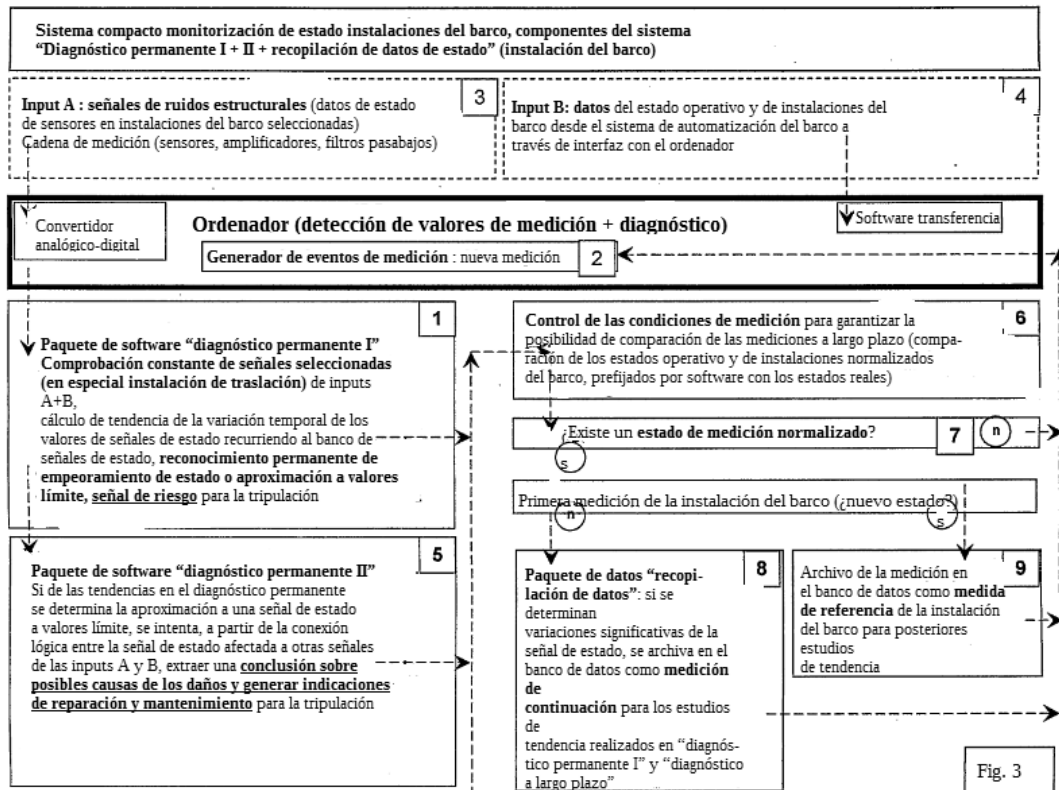


Fig. 2



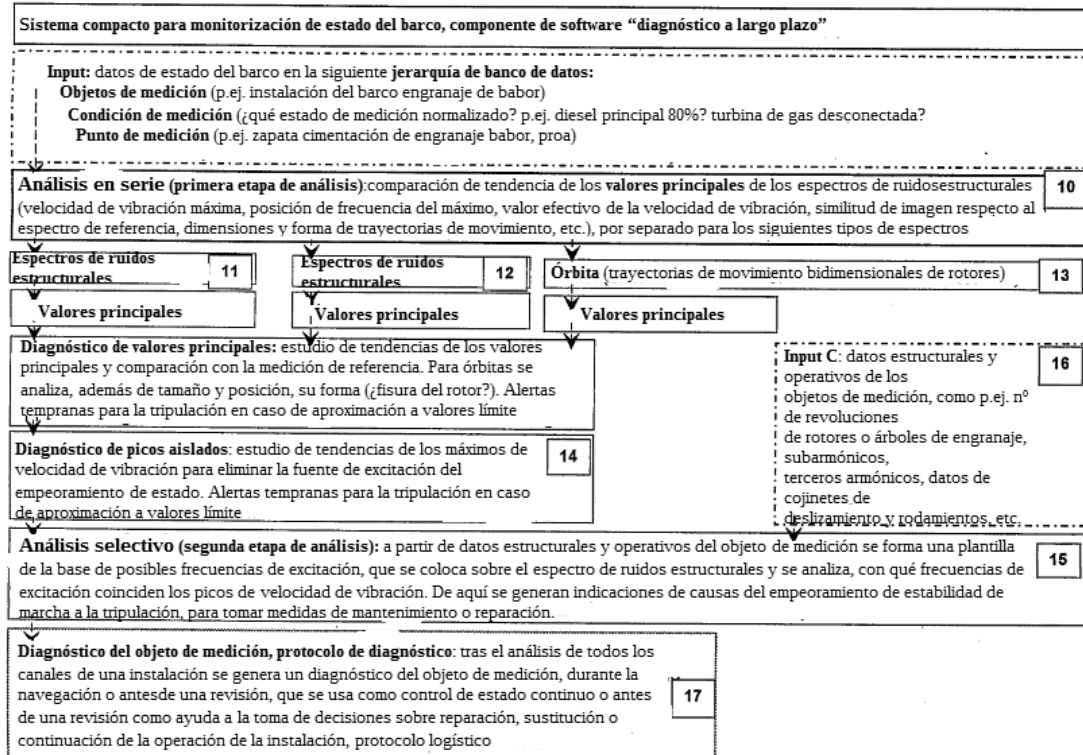


Fig. 4