

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 178**

51 Int. Cl.:
G05B 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04765189 .8**
- 96 Fecha de presentación: **15.09.2004**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1664946**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.06.2006**

54 Título: **Procedimiento para la derivación automática de recomendaciones de mantenimiento**

30 Prioridad:
17.09.2003 DE 10343265

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.06.2012

73 Titular/es:
**AREVA NP GMBH
PAUL-GOSSEN-STRASSE 100
91052 ERLANGEN, DE**

72 Inventor/es:
**SCHRÖTER, Wilfried;
SPREHE, Josef;
MARSCHNER, Thomas;
WÖFFEN, Manfred;
BLUME, Klaus-Peter;
NIEDERMAYR, Erich;
WEINRAUCH, Michael y
GRIEDL, Rainer**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

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).

ES 2 383 178 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la derivación automática de recomendaciones de mantenimiento

5 La invención se refiere a un procedimiento para la derivación automática de recomendaciones de mantenimiento para una instalación técnica o un sistema técnico (instalación IH) con un número de elementos que han de someterse a mantenimiento (objeto IH) según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 El mantenimiento de sistemas o instalaciones técnicas tiene lugar hasta el momento de manera orientada a averías, preventivo con carácter periódico u orientado al estado por medio de sistemas de supervisión individuales, no vinculados. Las decisiones de mantenimiento pueden realizarse a este respecto basándose en recomendaciones de mantenimiento a las que recurre el usuario para la decisión real. La información y los documentos relevantes para la
 15 generación de recomendaciones de mantenimiento se encuentran en el caso de distintas empresas (fabricante, responsable de la puesta en servicio, operador, empresa de servicios de mantenimiento) en diferentes unidades de organización en el caso de distintos encargados. En la mayoría de los casos están presentes en las mismas de manera no estructurada, aislada e independiente del contexto. Muchos informes de resultados y de reparación se encuentran sólo en papel. El conocimiento experimental de los trabajadores está registrado sólo de manera
 20 insuficiente. Los sistemas de administración de empresas, de planificación y de supervisión existentes se encuentran disponibles con frecuencia sólo solución aislada de tecnología de la información o como documentos en papel en los fabricantes, operadores o empresas de servicios. Los datos de servicio del servicio de la instalación se encuentran disponibles para el personal de servicio, pero no se usan sistemáticamente para el mantenimiento. Estos sistemas pueden proporcionar por lo tanto sólo información parcial para un mantenimiento basado en el conocimiento. De este modo el conocimiento necesario sobre el estado y la valoración del estado está disponible con frecuencia sólo de manera insuficiente.

25 Por ejemplo el documento EP 0 863 490 A da a conocer un concepto para la planificación de mantenimiento para componentes de automóviles. En este caso se determina una indicación de señal para un "servicio necesario" basándose en valores de estado registrados sensorialmente. La necesidad de una etapa de mantenimiento (vencimiento) se deriva únicamente de que un parámetro de servicio medido, característico del envejecimiento o del desgaste supera un valor umbral establecido o prefijado, que señala que se ha alcanzado una vida útil residual inferior. Este modo de proceder se conoce también con la expresión "determinación del periodo de servicio residual".

30 El documento EP 0661 673 A describe para vehículos una posibilidad para derivar una fecha para un uso de mantenimiento (por ejemplo, cambio de aceite) basándose en valores de medición ya almacenados así como valores de medición recién tomados. También en este caso se determina la evolución temporal de una magnitud de desgaste que, con ayuda de un valor umbral de referencia permite una declaración sobre el momento de mantenimiento óptimo.

35 Sin embargo, en esta manera de proceder es desventajoso que apenas tenga lugar una transmisión consecuente de conocimientos de mantenimientos de objetos comparables. Mediante la información distribuida no es posible o sólo difícilmente un aprovechamiento sistemático de los datos y de la información (gestión del conocimiento) y con ello una derivación automática de decisiones de mantenimiento.

Por lo tanto, la invención se basa en el objetivo de apoyar la transición de un mantenimiento orientado al estado a un mantenimiento basado en el conocimiento.

Este objetivo se soluciona según la invención con las características de la reivindicación 1.

40 Como decisiones de mantenimiento se resumen en este caso requisitos y recomendaciones de mantenimiento y similares. Una decisión de mantenimiento se basa en la necesidad de mantenimiento respectiva del objeto IH considerado.

45 La invención se basa en el conocimiento de que el mantenimiento tiene lugar hasta el momento de manera orientada a averías, preventiva con carácter periódico u orientada al estado. Los sistemas de supervisión usados a este respecto no están vinculados y se refieren siempre a componentes o piezas individuales de la instalación. La información y los documentos relevantes para el de mantenimiento se encuentran en el caso de distintas empresas y/o unidades de organización (fabricante, responsable de la puesta en servicio, operador, empresa de servicios de mantenimiento, etc.) así como en el caso de distintos encargados. En la mayoría de los casos están presentes en las mismas de manera no estructurada, aislada e independiente del contexto. Mucha información, tal como por
 50 ejemplo informes de resultados y de reparación se encuentran sólo en papel. El conocimiento experimental de los trabajadores individuales está registrado, si lo está, sólo de manera insuficiente. En el caso de sistemas de administración de empresas, de planificación y de supervisión existentes se trata con frecuencia sólo de documentos en papel en forma de códigos y similares. Incluso en el caso de realizaciones mediante software de tales sistemas se trata de soluciones aisladas que sólo se encuentran disponibles para el usuario respectivo, es decir, el fabricante, operador etc. El usuario puede acceder a los datos procesados por tales sistemas directamente de manera limitada.
 55 Mediante la información distribuida en el espacio y en el medio actualmente no es posible o sólo difícilmente posible su aprovechamiento sistemático (gestión de conocimientos). Los datos de servicio del servicio de la instalación se encuentran disponibles por ejemplo para el personal de servicio. No se conoce un aprovechamiento sistemático de

tales datos para el mantenimiento. Los sistemas conocidos pueden proporcionar por lo tanto sólo información parcial para un mantenimiento sistemático. De este modo el conocimiento necesario sobre el estado de una instalación y la valoración del estado de la misma está disponible para decisiones de mantenimiento con frecuencia sólo de manera insuficiente.

5 El procedimiento según la invención se basa por el contrario a modo de un mantenimiento basado en el conocimiento en una gestión del conocimiento estratégica. Aprovecha entre otras cosas el conocimiento de diagnóstico y de expertos existente para el mantenimiento. A este respecto se identifica el conocimiento de mantenimiento existente para el objeto de mantenimiento respectivo (identificación de conocimiento) y se elabora y se perfecciona mediante un proceso de aprendizaje a partir de experiencias realizadas, fallos y percepciones erróneas para planteamientos de problemas futuros y similares (evolución del conocimiento). Mediante la selección, almacenamiento y actualización se obtiene el conocimiento (conservación del conocimiento) y se pone a disposición para el uso (aprovechamiento del conocimiento). Pueden identificarse componentes comparables y transmitirse el conocimiento relevante para el mantenimiento (distribución del conocimiento).

10 A este respecto han de tenerse en cuenta todos los datos e información relevantes para el mantenimiento, tales como por ejemplo datos de configuración, normas de servicio y del fabricante, normas de códigos, datos de estado medidos, datos de estado visuales, datos de servicio, recomendaciones de diagnóstico, datos de prueba, conocimientos experimentales, informes de mantenimientos, avisos de avería.

15 La ventaja de la invención consiste en la optimización de los procesos de decisión en el mantenimiento así como en la optimización del propio mantenimiento. Esto tiene lugar mediante el registro sistemático y el aprovechamiento del conocimiento relevante para el mantenimiento así como mediante la provisión de todos los datos y la información correspondientes. Al obtener o incluso aumentar la disponibilidad de la instalación respectiva pueden reducirse los costes de mantenimiento y al mismo tiempo crearse un espacio libre para la optimización del mantenimiento. El procedimiento apoya la transición de un mantenimiento orientado a averías, periódicamente preventivo y/u orientado al estado a un mantenimiento basado en el conocimiento.

20 Las configuraciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Preferentemente para cada objeto IH se tiene en cuenta un número prefijable o predeterminado de factores influyentes. Con ello se da una estructura recurrente para la representación de los factores influyentes que puede realizarse mediante software de manera especialmente sencilla como campo. Es posible un acceso sinóptico a tales campos, de modo que no debe direccionarse individualmente cada factor influyente.

25 Cuando el número de los factores influyentes está determinado por una pertenencia del objeto IH a una categoría prefijable o predeterminada, resultan estructuras recurrentes tal como se describió anteriormente, que es igual para una pluralidad de objetos IH. Esto facilita de nuevo considerablemente el manejo mediante software de los factores influyentes.

30 Cuando mediante la categoría del objeto IH está determinado también el tipo de factores influyentes, en particular los propios factores influyentes, para la representación de todos los factores influyentes que, partiendo de una clasificación correspondiente, es relevante para un grupo determinado de objetos IH, pueden definirse tipos de datos que simplifican en el caso de tratamiento y procesamiento de los factores influyentes en el sentido de que los medios disponibles en los entornos de desarrollo actuales pueden usarse para la creación de software por ejemplo para la prueba tipo y similar, para evitar errores de programación, es decir, por ejemplo asignaciones incorrectas. Además, con una cantidad establecida de factores influyentes se pone una base para una comparabilidad de los objetos IH así como del estado actual del objeto IH con respecto a su necesidad de mantenimiento.

35 Cuando el o cualquier factor influyente se determina por medio de los datos de estados extraídos de la instalación IH, puede determinarse la necesidad de mantenimiento debido a datos actuales. La necesidad de mantenimiento puede determinarse por ejemplo también de manera periódica, por ejemplo en un turno predeterminado o prefijable, de modo que a partir de los resultados sucesivos para la necesidad de mantenimiento puede resultar o derivarse por un lado una historia de mantenimiento y que pueden obtenerse a partir de la variación temporal de la necesidad de mantenimiento conocimientos adicionales para derivar decisiones de mantenimiento.

40 De manera ventajosa el o cada factor influyente se determina por medio de una normalización efectuada por medio de una tabla de normalización de los datos de estados extraídos de la instalación IH. Esto permite por un lado también el procesamiento de datos de estado no numéricos, por ejemplo los datos alfanuméricos de un medio que circula por una grifería ("agua"). Por otro lado mediante la normalización se facilita la comparabilidad de los datos resultantes.

45 Además de manera ventajosa cada factor influyente o cada factor influyente normalizado se con un factor reponderación prefijable o predeterminado, asociado al factor influyente respectivo. Esto permite una consideración cualificada de la influencia de las influencias subyacentes al factor influyente respectivo, es decir por ejemplo ti tipo de servicio y las condiciones de servicio, sobre los objetos IH respectivos. En este caso el conocimiento se basa en que por ejemplo en el caso de una grifería como objeto IH, el entorno en el que funciona la grifería tiene una influencia sobre su necesidad de mantenimiento menor que por ejemplo el medio de circula por la grifería.

5 Preferentemente para cada objeto IH o para cada categoría de objetos IH se almacena de manera resumida un número de factores de ponderación correspondiente al número de factores influyentes asociados, en particular a modo de un vector, vector g de ponderación. En este caso resulta la ventaja por un lado de la asociación que se establece con ello de manera implícita entre el factor influyente y el factor de ponderación. El almacenamiento resumido de todos los factores de ponderación en forma de un vector de ponderación facilita a su vez su manejo mediante software, que se da de manera correspondiente también para la totalidad de factores influyentes para un objeto IH, cuando estos, es decir, cada factor influyente o cada factor influyente normalizado, se almacena de manera resumida a modo de vector, vector A de evaluación.

10 El resumen de todos los factores influyentes y factores de ponderación para en cada caso un objeto IH en forma de un vector permite la formación de enlaces matemáticos a base de estos datos. De manera especialmente ventajosa, a este respecto, mediante el enlace matemático del vector A de evaluación asociado directamente al objeto IH debido a los datos de estado subyacentes, con el vector g de ponderación asociado al objeto IH o bien directamente o bien debido a su pertenencia a una categoría determinada de objetos IH, se determina un índice de susceptibilidad de objeto (OAI).

15 Un enlace matemático especialmente sencillo de realizar, que tiene en cuenta todos los factores influyentes y factores de ponderación, se da cuando el enlace matemático consiste en una multiplicación escalar del vector A de evaluación y del vector g de ponderación.

20 Cuando en lugar del vector g de ponderación se usa una matriz M de ponderación, en la que los valores del vector de ponderación subyacente g están dispuestos en la diagonal principal y en la diagonal secundaria de la matriz M de ponderación se introduce al menos un factor k de acoplamiento, es posible considerar las dependencias de factores influyentes individuales entre sí. Cuando por ejemplo en el caso de una grifería como objeto IH como factores influyentes se considera el medio que circula por la grifería así como la caída de presión que se genera en la grifería, pueden tenerse en cuenta posibles dependencias dadas de estos factores influyentes sobre la necesidad de mantenimiento del objeto IH. El enlace matemático para determinar el índice de susceptibilidad de objeto (OAI) consiste entonces en una multiplicación de matriz de la matriz M de ponderación con el vector A de evaluación y una suma posterior de los elementos de una matriz columna que resulta de lo mismo, vector de susceptibilidad de parámetro PA .

30 Para determinar la necesidad de mantenimiento de un objeto IH se considera según la invención el índice de susceptibilidad de objeto (OAI) en relación con un índice de comparación de objeto (OVI) prefijable o predeterminado, asociado al objeto IH respectivo o a la categoría respectiva, a la que pertenece el objeto IH. Con ello es posible una derivación de decisiones de mantenimiento relativas, es decir, la decisión de mantenimiento se basa por ejemplo en la desviación del índice de susceptibilidad de objeto (OAI) que representa el estado actual del objeto IH del índice de comparación de objeto (OVI). Una posibilidad ventajosa de la derivación de una decisión de mantenimiento consiste en considerar la relación del índice de susceptibilidad de objeto determinado (OAI) y el índice de comparación de objeto (OVI).

40 Cuando la decisión o recomendación de mantenimiento se determina en una modificación de un plan de mantenimiento asociado al objeto IH por medio de la relación del índice de susceptibilidad de objeto (OAI) y el índice de comparación de objeto (OVI), la derivación automática de decisiones de mantenimiento puede integrarse directamente en sistemas existentes para el mantenimiento. Cuando por ejemplo en un sistema existente para un objeto IH determinado se sostiene que es necesario un mantenimiento en un turno de por ejemplo seis meses, el valor de seis meses puede prolongarse o acortarse en función de la relación índice de susceptibilidad de objeto (OAI) e índice de comparación de objeto (OVI) para llegar a un turno de mantenimiento que esté adaptado de manera óptima a la necesidad de mantenimiento real del objeto IH.

45 Además en la modificación del plan de mantenimiento puede tenerse en cuenta una necesidad de mantenimiento del objeto IH por medio del plan de mantenimiento antes de la modificación. Es decir, cuando por ejemplo en un turno de mantenimiento de seis meses en el momento de la determinación de la necesidad de mantenimiento han transcurrido ya cuatro de los seis meses, resulta por medio del plan de mantenimiento antes de la modificación una medida de mantenimiento, una necesidad de mantenimiento, en dos meses. La modificación de la necesidad de mantenimiento puede referirse ahora en lugar de a los seis meses también a los dos meses aún restantes. Esto conduce al resultado de una adaptación no lineal de la necesidad de mantenimiento. En otras palabras: cuando en el turno normal está fijada una medida de mantenimiento y no es necesaria ninguna reacción directa debida a carga especial o susceptibilidad especial del objeto IH, lo que podría reconocerse en una relación del índice de susceptibilidad de objeto (OAI) y índice de comparación de objeto (OVI) correspondiente, no se modifica el turno normal o sólo se modifica mínimamente.

55 El índice de comparación de objeto (OVI) está asociado preferentemente a un registro de datos maestro que representa el objeto IH o a un registro de datos maestro que representa una categoría de objetos IH. Con ello se garantiza una asociación unívoca en cualquier momento del índice de comparación de objeto (OVI) y un acceso sencillo, que puede manejarse de manera especialmente segura mediante software o incluso mediante una prueba tipo o mediante supervisión de límites de validez, al dato correspondiente.

Debido a la interconexión necesaria de los muchos proveedores de información y usuarios el sistema está concebido para la realización del procedimiento de manera ventajosa de manera que es posible un uso a través de Internet.

Adicionalmente de manera ventajosa el sistema está construido de manera modular para la realización del procedimiento, estando asociadas tareas específicas a los módulos individuales.

5 Por lo tanto, la ventaja de la invención y sus configuraciones consiste en que se permite un registro sistemático y un uso del conocimiento relevante para el mantenimiento así como la provisión de todos los datos e información, para optimizar el proceso de decisión en el mantenimiento así como su realización. Al mantener o aumentar la disponibilidad y seguridad de la instalación pueden reducirse los costes de mantenimiento y al mismo tiempo crearse espacios libres para la optimización del mantenimiento.

10 Para ello se registran de manera general, sistemática y estructurada todos los datos e información relevantes para el mantenimiento. El conocimiento registrado se usa para la planificación de mantenimiento. La información necesaria para la planificación de mantenimiento puede consultarse y representarse. Debido a un análisis así como una evaluación de medidas de mantenimiento realizadas es posible una ampliación del conocimiento. Para cada pieza de la instalación que ha de examinarse durante el mantenimiento, cada componente del sistema, en lo sucesivo denominado como objeto de mantenimiento, se determina individualmente su necesidad de mantenimiento relativa a través de un índice de susceptibilidad. El conocimiento de mantenimiento específico de objeto que resulta con ello se encuentra disponible debido a una distribución controlada, sistemática también para otras decisiones de mantenimiento.

20 A continuación se explica en detalle un ejemplo de realización de la invención por medio de los dibujos. Objetos o elemento correspondientes entre sí están dotados en todas las figuras de los mismos números de referencia.

En ellas muestran:

- la figura 1 esquemáticamente un sistema técnico sencillo como ejemplo de una instalación que ha de someterse a mantenimiento,
- 25 la figura 2 una arquitectura de sistema de un sistema de mantenimiento como dispositivo para la realización del procedimientos,
- la figura 3 esquemáticamente un procedimiento para determinar una necesidad de mantenimiento de componentes que han de someterse a mantenimiento de un sistema técnico,
- la figura 4 esquemáticamente una clasificación relacionada con la función de componentes que han de someterse a mantenimiento de un sistema técnico,
- 30 la figura 5 una tabla de parámetros de influencia para considerar distintos factores influyentes sobre la necesidad de mantenimiento de un componente que ha de someterse a mantenimiento,
- la figura 6 una escala de normalización para la normalización de factores influyentes,
- la figura 7 una tabla de susceptibilidad para determinar una medida, índice de susceptibilidad de objeto (OAI), para una susceptibilidad de avería o de mal funcionamiento y con ello para la necesidad de mantenimiento de un componente que ha de someterse a mantenimiento,
- 35 la figura 8 una representación gráfica acumulada de una pluralidad de índices de susceptibilidad de objeto (OAI) de componentes que han de someterse a mantenimiento, y
- la figura 9 una representación en pantalla que se basa en una derivación de decisiones o medidas de mantenimiento, a partir de la que resulta la necesidad de mantenimiento de componentes que han de someterse a mantenimiento individuales.
- 40

La figura 1 muestra esquemáticamente un sistema 1 técnico sencillo con un recipiente 2, que presenta una salida 3 y que se alimenta mediante una entrada 4. La entrada y la salida pueden controlarse mediante en cada caso una válvula 5, 6. En el recipiente 2 se encuentra un nivel 7 de líquido, que se supervisa mediante un detector 8 de valores de medición. Los elementos individuales del sistema 1 técnico, es decir al menos recipiente 2, válvula 5, 6 y detector 8 de valores de medición, deben examinarse y supervisarse, siempre que estén sujetos a un desgaste, por ejemplo a un desgaste mecánico o químico por el funcionamiento y/o a un desgaste mecánico o químico por el entorno. Tales elementos se denominan en lo sucesivo como objetos que han de someterse a mantenimiento o abreviado como objetos IH. El sistema 1 técnico o también la instalación técnica se denomina de manera correspondiente como instalación que ha de someterse a mantenimiento o abreviado como instalación IH. Para la derivación automática de recomendaciones de mantenimiento como base para decisiones o medidas de mantenimiento está previsto un sistema 10 de mantenimiento que está unido de manera comunicativa con el sistema 1 técnico, de modo que es posible por ejemplo un registro de valores de medición, que facilitan información sobre el estado de los objetos IH individuales.

La figura 2 muestra esquemáticamente una arquitectura de sistema del sistema 10 de mantenimiento. El sistema 10 de mantenimiento 10 representa un dispositivo para la realización del procedimiento según la invención. Después de que el dispositivo, para ser adecuado para la realización del procedimiento, se ha ajustado según la naturaleza el procedimiento, se describen a continuación en paralelo el dispositivo y el procedimiento.

5 En el caso del dispositivo se trata de un ordenador con las unidades funcionales habituales, que se ejecutan en hardware, es decir, procesador, memoria y similar así como aparato(s) de introducción de datos y de visualización. El ordenador dispone opcionalmente de interfaces para conectar el mismo a una red de comunicación, por ejemplo una red local o Internet, de modo que también pueden consultarse o transmitirse datos de otros ordenadores dado el caso separados. El procedimiento según la invención está realizado mediante software, de modo que el ordenador
10 mediante la intercalación de software, que realiza el procedimiento según la invención, se convierte en un dispositivo según la invención. El software se almacena para la aplicación del procedimiento en una memoria del ordenador. El ordenador y la memoria en sí no están representados en la figura 1. Por el contrario está representada una representación esquemática del contenido de la memoria que corresponde con la estructura del software (arquitectura de sistema).

15 Después el software comprende un módulo 11 regular (módulo R), un módulo 13 de mantenimiento basado en el estado (*Condition Based Maintenance-Modul*) (módulo CBM) y un módulo 15 de prueba (módulo B). Al módulo 11 R, como de datos 17 de entrada de módulo R se suministran normas, planes de mantenimiento o similar. Al módulo 13 CBM se suministran como datos 19 de entrada de módulo CBM datos de estado medidos o similares. Al módulo 15 B se suministran como datos 21 de entrada de módulo B información de estado determinada visualmente, registros y documentos o similar. Los datos 17, 19, 21 de entrada se suministran por una instalación cuyo mantenimiento se organiza, supervisa y optimiza con el software (instalación de mantenimiento o abreviado instalación IH). La instalación IH en si no está representada. Como instalación IH se tiene en cuenta en principio cualquier instalación técnica, por ejemplo una central eléctrica para la generación de energía, o también sistemas parciales individuales o también objetos de mantenimiento individuales. Una instalación técnica comprende habitualmente una pluralidad de
20 unidades funcionales individuales, máquinas y aparatos. Cada uno de estos elementos o componentes se denomina en lo sucesivo, siempre que se supervise su mantenimiento por el software, como objeto de mantenimiento, o abreviado como objeto IH.

Además el software comprende un módulo 23 de soporte de decisión de mantenimiento (*Maintenance Decision Support-Modul*) (módulo MDS). El módulo 23 MDS genera recomendaciones 25 de mantenimiento individuales, a las que recurre el usuario como base para decisiones (de mantenimiento), así como una especificación de insumos optimizada.

Por último el software comprende también un módulo 27 de gestión de conocimiento (módulo WM), que permite un intercambio de datos en particular bidireccional con fabricantes 29, proveedores 31 de servicios así como otras
35 instalaciones 33, en particular instalaciones IH adicionales supervisadas con el mismo software. El intercambio de datos con fabricantes 29 es importante para poder aprovechar de la manera más rápida posible por ejemplo los conocimientos más recientes del fabricante 29 a través de objetos IH proporcionados por el mismo, es decir componentes de la instalación IH respectiva. Para el fabricante 29 es útil el acceso a los datos del software, porque puede concentrar algunos esfuerzos de desarrollo en evitar fallos, averías o similares que aparecen en el contexto del mantenimiento. El proveedor 31 de servicios reúne datos relevantes para el mantenimiento y los pone a
40 disposición para el mantenimiento de instalaciones IH individuales. Para otras instalaciones IH los proveedores 31 de servicios pueden acceder por ejemplo a cambio de nuevos datos suministrados a los datos usados hasta ahora para el mantenimiento para transmitir los mismos a otras instalaciones IH. Otras instalaciones 33, por ejemplo instalaciones del mismo tipo que se hacen funcionar asimismo por el usuario del software, pueden intercambiar entre sí los datos relevantes para el mantenimiento respectivos (datos IH), de modo que al menos el operador en el caso de instalaciones distribuidas en el espacio puede recurrir en todas las instalaciones al mismo volumen de datos. El módulo WM 27 cubre por lo tanto especialmente la funcionalidad ampliación 35 del conocimiento. Por ampliación 35 del conocimiento se entiende a este respecto también almacenar conocimientos (almacenamiento de conocimiento). El módulo 23 MDS cubre especialmente la funcionalidad uso 37 del conocimiento. Por uso 37 del conocimiento se
45 entiende también una planificación de mantenimiento. El módulo 11 R, módulo 13 CBM y módulo 15 B cubren especialmente la funcionalidad registro 39 del conocimiento, es decir entrada de información y de datos. Tal como es evidente por medio de los "límites de funcionalidad" (números de referencia 35, 37, 39) representado con línea discontinua que en parte registran también módulos adyacentes, la funcionalidad respectiva no puede prestarse exclusivamente por los módulos mencionados anteriormente, de modo que por ejemplo el módulo 27 WM también contribuye al registro 39 del conocimiento y al uso 37 del conocimiento.

55 Para almacenar el conocimiento IH o para valorar el conocimiento IH, que se amplió, derivó, almacenó o asumió por otros módulos, todos los módulos 11, 13, 15, 23, 27 tienen acceso a una base 41 de datos de mantenimiento (base de datos IH).

Los módulos 11, 13, 15, 23, 27 mencionados cubren todos los aspectos para un mantenimiento basado en el conocimiento y una derivación automática basada en el mismo de recomendaciones de mantenimiento.

60 En el módulo 11 R se valoran y se reúnen las normas externas e internas de empresa, instrucciones comerciales y

previsiones de planificación relevantes para el mantenimiento. También para objetos IH, que no están sujetos a ninguna norma, existen con frecuencia instrucciones de prueba y ciclos de mantenimiento establecidos con frecuencia de manera interna, que han de tenerse en cuenta en el proceso de determinación. De manera correspondiente, todas las repercusiones pueden actualizarse permanentemente a partir de las normas y analizarse en cuanto a su influencia sobre decisiones de mantenimiento y adaptarse de manera satisfactoria a las mismas. El módulo 11 R determina una fecha de mantenimiento o un turno de mantenimiento por medio de intervalos temporales, tiempos de servicio o ciclos. El intervalo de tiempo se determina a través del calendario. El tiempo de servicio o ciclo se acoplan a través de una interfaz definida por un registro de datos de servicio o similar. Por ejemplo se calcula por medio de un tiempo de servicio promedio o de un número promedio de ciclos de la fecha de mantenimiento prevista. Un punto esencial de la funcionalidad del módulo 11 R se basa en la determinación y la agrupación de todos los trabajos descritos anteriormente para el objeto IH respectivo por medio de intervalos de tiempo y/o tiempos de servicio descritos anteriormente para un periodo de tiempo definido.

El módulo 13 CBM puede valorar recomendaciones de mantenimiento a partir de un sistema de diagnóstico antepuesto (no representado). En cambio, el módulo 13 CBM puede también valorar como datos 19 de entrada CBM datos de análisis y de medición recibidos, para desarrollar a partir de los mismos el conocimiento del estado sobre el objeto IH y derivar por sí mismo recomendaciones o medidas de mantenimiento. Como resultado, a partir del procesamiento en el módulo 13 CBM se distribuyen las decisiones de mantenimiento con la fuente de información, las cuales resultan de una supervisión del estado de los objetos IH supervisados.

Las siguientes variantes pueden realizarse con el módulo 13 CBM, para tener en cuenta el grado de un procesamiento previo de datos de medición en el sistema de medición/de diagnóstico:

- a) a través de interfaces definidas se acoplan a partir de sistemas de diagnóstico existentes resultados de diagnóstico y recomendaciones de mantenimiento.
- b) A través de interfaces definidas se acoplan a partir de sistemas de diagnóstico existentes superaciones de valores límite. El módulo 13 CBM genera en sí resultados de diagnóstico y recomendaciones de mantenimiento.
- c) A partir de instalaciones de registro de datos de medición móviles se leen valores de medición o desviaciones. El módulo 13 CBM genera pruebas de diagnóstico y recomendaciones de mantenimiento en sí.
- d) A través de interfaces definidas se acoplan a partir de instalaciones de medición existentes señales de medición o de valores límite. El módulo 13 CBM genera pruebas de diagnóstico y recomendaciones de mantenimiento en sí.

Con el módulo 15 de prueba se recibe con los datos 21 de entrada de módulo B el conocimiento relevante para el mantenimiento y a continuación se valora, que se conocía en el contexto de la realización de medidas de mantenimiento, de conservación y de inspección planeadas o realizadas ad hoc. Una introducción de las pruebas que resultan a este respecto se inicia a través de máscaras de entrada específicas en parte para el tipo de actividad. La base del conocimiento se amplía de este modo alrededor del conocimiento de registro, que se obtiene con el mantenimiento de trabajadores encargados en el trabajo técnico en el objeto de mantenimiento. En el contexto de la introducción de pruebas pueden incluirse documentos de mantenimiento como instalaciones de datos de la documentación de tareas. Una valoración de pruebas no sólo tiene lugar para el propio objeto IH en cuestión. Nuevos conocimientos se transmiten también a objetos IH que han de valorarse de manera similar.

El módulo 15 B se apoya por funciones de información del módulo 27 WM, que a través de la tarea de mantenimiento actual tal como también a través de la historia de mantenimiento del objeto IH otorga información detallada. Para la optimización directa de la planificación de mantenimiento en el módulo 23 MDS el trabajador que introduce la prueba puede opinar para la exactitud del diagnóstico que induce a la tarea, proporcionar información de estado, recomendar medidas de mantenimiento y mantener para cada objeto IH por medio de una función de cuaderno de bitácora notas de distintas categorías para la observación adicional.

Para este planteamiento de tareas el módulo 15 B adopta los siguientes tipos de información:

- situación encontrada y trabajos realizados,
- evaluación global del estado de objeto encontrado,
- registro estructurado de desgaste, daños y causas,
- veracidad del diagnóstico,
- registro cuantificado de indicadores de estado para el pronóstico de la necesidad de mantenimiento,
- nuevo conocimiento de registro con marcado para el rastreo en el módulo 27 WM para una determinación mejorada de la necesidad de mantenimiento,
- documentos de resultados para información específica de actividad,
- indicaciones importantes para seguir la historia de un objeto IH.

El módulo 23 de soporte de decisión de mantenimiento (*Maintenance-Decision-Support-Modul*) representa la unidad de mando central para la persona que es responsable de la planificación del mantenimiento (planificador de mantenimiento, planificador IH). Con el módulo 23 MDS se representa el conocimiento registrado en procesos de mantenimiento individuales y se usa en el contexto de la planificación de mantenimiento. El módulo 23 MDS sirve

5 para el análisis, la integración y el procesamiento de la información proporcionada por los otros módulos 11, 13, 15, 27. Los tres módulos 11, 13, 15 depositados previamente suministran sus recomendaciones de mantenimiento respectivas, opiniones sobre el estado y la necesidad de mantenimiento de los objetos IH. Estas se transmiten junto con la información perteneciente a las mismas o bien directamente o bien a partir de la base 41 de datos IH para el tratamiento adicional, optimización y decisión, al módulo 23 MDS y se representa en forma de una visión general de planificación claramente estructurada.

Para centrarse en las zonas afectadas en los requisitos de planificación también para instalaciones grandes complejas, se encuentran disponibles herramientas de distintos tipos para el plan de mantenimiento, que están estrechamente unidas con la funcionalidad del módulo 27 WM y la base 41 de datos IH.

10 En una primera etapa el planificador IH puede establecer en particular las siguientes condiciones límite:

- responsabilidad de objeto por medio de una gestión del usuario,
- limitación de un periodo de tiempo de observación para la planificación de revisiones,
- limitación de la planificación IH a los objetos IH seleccionados o propiedades de estos objetos IH.

15 En una segunda etapa el planificador IH pueden consultar a través de vistas detalladas la información necesaria para la necesidad de mantenimiento de un objeto IH seleccionado. Una variante de representación especialmente de visión general y completa representa la visión general de planificación en forma alfanumérica y/o gráfica. Ésta incluye todos los datos básicos importantes para el mantenimiento, todas las recomendaciones de mantenimiento a partir de los tres módulos 11, 13, 15 de entrada con la información necesaria para la planificación de mantenimiento incluyendo la historia IH, así como una comparación de similitud.

20 En un encabezamiento de la visión general de planificación se visualizan datos básicos alfanuméricos del objeto IH. En un campo de tareas se visualizan tareas de mantenimiento actuales y realizadas en el pasado. El campo de tareas está dividido en un campo de texto y un campo gráfico. En el campo gráfico se representa gráficamente un diagrama de fechas. Con ello se encuentra disponible para el usuario, es decir en particular para el planificador IH, la historia de mantenimiento, que ha de tenerse en cuenta para la decisión y la planificación. Para aumentar la disposición clara, se asocian recomendaciones detalladas de categorías de tareas de gran valor informativo. A través de un código de colores de manera similar a un semáforo (mensaje de semáforo) se visualizan de manera rápida y transparente resultados especiales (por ejemplo ROJO: límite de alarma superado, medidas inmediatas necesarias) con respecto al objeto IH, de modo que pueden introducirse medidas auxiliares controladas.

30 En un campo previsto para requisitos de mantenimiento de la visión general de planificación se visualizan las recomendaciones de mantenimiento a partir de los módulos 11, 13, 15 de entrada individuales. También este campo está dividido en una zona de texto y una zona gráfica. En la zona gráfica se representa un diagrama de fechas. En este caso puede informarse de manera detallada al usuario sobre las recomendaciones propuestas y las causas subyacentes, decidir sobre medidas individuales o planificar el mantenimiento. Entre ellas figuran entre otras, medidas tales como: recomendaciones de asignar otras tareas, anular o aplazar recomendaciones, etc.

35 Por último se genera una tarea de mantenimiento (tarea IH) con una recomendación, decisión o medida de mantenimiento, y se libera para la realización o se expresa como tarea de trabajo.

40 En un campo "comparación de similitud" se muestran visualmente para el planificador IH componentes comparables para el pronóstico de mantenimiento, es decir objetos IH. Está dividido asimismo en una zona de texto y una zona gráfica. En la zona gráfica se representa gráficamente a su vez un diagrama de fechas. En la zona de texto se visualizan el número de componentes seleccionados y en el diagrama de fechas las fechas de realización debido a la urgencia del mantenimiento según el turno. Una selección tiene lugar a través de un índice de comparación derivado en el módulo 27 WM y asociado a los datos básicos del objeto IH respectivo, el índice de comparación de objeto (OVI) explicado en detalle más adelante. Con ello se transmite el conocimiento de mantenimiento desde el objeto HI que se encuentra actualmente en la planificación a objetos IH del mismo tipo (transferencia de conocimiento), para perseguir de este modo medidas de mantenimiento óptimas y evitar y prevenir daños.

45 La representación de fechas de mantenimiento pronosticadas (fechas IH) se basa en resultados del análisis de pruebas en el módulo 15 B y se clasifican según el objeto IH en al menos los tres grupos siguientes:

- Componentes individuales:

fecha IH pronosticada del propio objeto IH visualizado

50 - Grupo de redundancia:

fecha IH pronosticada mínima, media y máxima del grupo de objetos IH, que pertenecen al propio grupo de redundancia tal como el objeto IH visualizado,

- grupo de similitud estándar:

fecha IH pronosticada mínima, media y máxima del grupo de objetos IH, que presentan el mismo

índice de comparación que el objeto IH visualizado.

Si el planificador IH ha concluido el procesamiento de las recomendaciones IH para el objeto IH considerado y organizado la necesidad IH, puede transmitirse de este modo el entorno IH a otros objetos IH comparables.

- 5 En el módulo 27 de gestión del conocimiento se proporcionan funciones de gestión del conocimiento centrales que se encuentran disponibles para todos los demás módulos 11, 13, 15, 23. Esto comprende funciones de análisis, tipificación y de búsqueda, pero también la gestión completa de datos, documentos e historia. La inclusión de información de otros operadores 33 de instalaciones, fabricantes 29 y empresas de servicios de mantenimiento así como proveedores 31 de servicios se apoya a este respecto en general desde el punto de vista de la tecnología de datos. En particular mediante esto se permiten análisis comparativos y valoraciones estadísticas fundamentadas.
- 10 Para garantizar una comparabilidad general de instalaciones en la evaluación de información relevante para el mantenimiento tal como en el caso de la generación de pronósticos IH o instrucciones IH se desarrolló un procedimiento para la clasificación y evaluación de los objetos IH. La función de clasificación y de pronóstico realizada con ello usa un índice de susceptibilidad de objeto (OAI) normalizado y un índice de comparación de objeto (OVI). Éstos facilitan información comparativa sobre el tipo de construcción, uso y ambiente u otra información, los factores que influyen en la necesidad de mantenimiento de un objeto IH y permiten de esta manera calcular la necesidad de mantenimiento que cabe esperar o efectuar prioritizaciones en las actividades de mantenimiento. Los detalles para el cálculo y el uso de los índices mencionados anteriormente se explican a continuación. La funcionalidad de pronóstico puede usarse de manera ventajosa en el módulo 15 B y/o en el módulo 23 MDS para la recomendación de fechas.
- 15
- 20 Una función de evaluación importante adicional del módulo 27 WM consiste en un apoyo en un rastreo y análisis de ostentabilidad establecida (desviaciones de la necesidad de mantenimiento pronosticada). Esto se logra mediante reglas de decisión interactivas, funciones de filtro adecuadas e índices parciales (índice de susceptibilidad según el grupo correspondiente), así como la provisión general desde el punto de vista de la tecnología de datos de pruebas típicas, imágenes e información de vida específica de objeto. Esta lógica de decisión apoya una decisión definida y la evaluación de la situación encontrada, por ejemplo
- 25
- fallos en serie, por ejemplo nueva imagen de daños determinada,
 - fallos a modo de ejemplo, por ejemplo fallos mensuales anteriores,
 - fallos relacionados con resultados, por ejemplo sobrecarga anterior así como una decisión adecuada o medidas de mejora o siguientes necesarias.
- 30 Con ello puede apoyarse esencialmente un objetivo importante en el mantenimiento, en concreto la mejora continua así como la extensión del conocimiento de mantenimiento existente (ampliación del conocimiento).
- La figura 3 muestra esquemáticamente un procedimiento para determinar la necesidad de mantenimiento de uno o varios objetos IH basándose en el índice de susceptibilidad de objeto (OAI).
- 35 La figura 3 muestra una representación esquemática de los objetos IH considerados a este respecto así como de los datos que se tienen en cuenta. Debido al paralelismo de las representaciones en la figura 3 y la figura 4 la siguiente descripción se describe en primer lugar al mismo tiempo tanto a la figura 3 como a la figura 4.
- 40 En una primera etapa 50 (figura 3) a partir de los objetos IH considerados se forman grupos relacionados con la función y/o el tipo de construcción. Para una clasificación 51 relacionada con la función (figura 4) de este tipo en el caso de griferías como objetos IH a modo de ejemplo se recurre por ejemplo a criterios tales como función 52, factores del tipo 53 de construcción, tipo 54 de accionamiento, etc. Debido a la pluralidad de diferentes funciones 52, factores 53 del tipo de construcción y tipo 54 de accionamiento, por ejemplo de manera eléctrica, magnética, hidráulica, neumática, etc., resulta una estructura jerárquica, de tipo árbol. Al atravesar la estructura de tipo árbol de manera correspondiente al tipo de grifería considerada resulta por último un grupo (A, B, C, D) de griferías que caracterizan en cada caso por criterios iguales o predeterminados en el contexto una función 52 similar suficiente, tipo 53 de construcción y accionamiento 54. Es decir, la clasificación 51 tiene en cuenta el tipo de la grifería considerada.
- 45
- 50 En una segunda etapa 60 (figura 3) se dividen los grupos (A, B, C, D) establecidos en la primera etapa 50 con respecto al caso de aplicación de los objetos IH respectivos en grupos relacionados con el uso. Para una clasificación 61 relacionada con el uso de este tipo (figura 4) se tienen en cuenta, de nuevo en el ejemplo de griferías como objetos IH, criterios tales como el medio 62 que circula por la grifería así como la zona 63 de uso, es decir la influencias del entorno y similares. Es decir, para la clasificación 61 relacionada con el uso se recurre a magnitudes de proceso (medio, etc.) y las zonas de uso (entorno, etc.). A cada grupo relacionado con el uso está asociado un índice de comparación de objeto (OVI) que en el caso de griferías se denomina de manera análoga también como índice de comparación de grifería (AVI). El índice de comparación de objeto (OVI) pertenece a los datos básicos de cada objeto IH o a un grupo de objetos IH. El índice de comparación de objeto (OVI) está prefijado o bien como constante, introduciéndose valores de registro y similares en su determinación. Alternativamente puede verse también que el índice de comparación de objeto (OVI) partiendo de un valor predeterminado, que al igual
- 55 que en el caso de un índice de comparación de objeto (OVI) constante puede basarse en valores de registro, es

variable, actualizándose continuamente o de forma periódica el índice de comparación de objeto (OVI) en particular por medio del índice de susceptibilidad de objeto (OAI) de objetos IH iguales, similares o que pertenecen al mismo grupo.

5 A partir de una tercera etapa 70 (figura 3) comienza una consideración de factores influyentes actuales, dependientes del caso de uso o aplicación respectivo del objeto IH respectivo (la grifería). En la tercera etapa 70 se establece para ello para parámetros de influencia prefijables o predeterminados individuales su ponderación, es decir, su influencia sobre la susceptibilidad de interferencia del objeto IH. Como parámetros de influencia se tienen en cuenta en el caso de una grifería como objeto IH por ejemplo la caída de presión que se genera en la grifería, el medio que circula por la grifería, la influencia del entorno, la guarnición usada, etc. A cada uno de los parámetros de influencia está asociado un factor de ponderación prefijable o predeterminado. La suma de las funciones de los parámetros de influencia da como resultado en el caso de su expresión como valor porcentual el 100 %.

10 Para ello en la figura 5 está representada a modo de ejemplo una tabla 71 de parámetros de influencia con una fila 72 de ponderación y columnas 73, 74, 75, 76, que están asociadas a parámetros de influencia individuales. A este respecto una primera columna 73 está asociada al parámetro de influencia “caída de presión”, una segunda columna 74 al parámetro de influencia “medio”, una tercera columna 75 al parámetro de influencia “entorno” así como otras columnas 76 a parámetros de influencia adicionales, tales como por ejemplo “guarnición” etc. Cada parámetro de influencia influye con una función diferente $g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$ en la evaluación de la susceptibilidad de interferencia del objeto IH. Como parámetros de influencia adicionales son útiles dado el caso por ejemplo la edad, el tiempo de servicio, un número de ciclos así como un curso de potencia activa del objeto IH.

20 La totalidad de las funciones respectivas o factores/valores de ponderación puede resumirse en un vector g de ponderación 77:

$$g = \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \\ g_3 \\ \vdots \\ g_n \end{pmatrix}$$

En una cuarta etapa 80 (figura 3) se genera para cada uno de los parámetros de influencia una escala 81 de normalización (figura 6).

25 Para ello en la figura 6 está representada a modo de ejemplo una escala 81 de normalización para el parámetro de influencia “entorno”. Cada escala 81 de normalización está realizada como tabla de consulta. Es decir, cada valor posible teórico del parámetro de influencia respectivo puede asociarse de forma precisa a una entrada de la tabla de consulta. Para el parámetro de influencia “entorno”, en el que en el caso más sencillo representado sólo se tiene en cuenta la humedad del aire, la escala 81 de normalización comprende valores numéricos para la zona de humedad del aire. Es decir, a una humedad de aire en el intervalo del 0-25 % está asociado mediante la escala 81 de normalización el valor numérico “1”; a una humedad de aire en el intervalo del 56-70 % está asociado mediante la escala 81 de normalización de manera correspondiente el valor numérico “4”, etc. La escala 81 de normalización no debe comprender necesariamente valores numéricos. Para el parámetro de influencia “medio” puede estar previsto por ejemplo que debido a una escala 81 de normalización correspondiente (no representada por separado) se establezca la siguiente normalización: ({"aceite": "1"}; {"agua": "2"}; ...; {"aire": "6"}). Además tampoco es necesario que los valores de normalización, es decir los valores numéricos sean valores enteros que en la escala de normalización están dispuestos de manera creciente y monótona. También el límite a valores numéricos de “1” a “6” se selecciona de forma arbitraria en el ejemplo representado.

40 En una quinta etapa 90 (figura 3) tiene lugar entonces una evaluación de todos los objetos IH considerados. Para ello en la figura 7 está representado en una tabla 91 de susceptibilidad a modo de ejemplo un grupo de objetos IH, que están representados en cada caso por una fila 92, 93, 94 en esta tabla 91 de susceptibilidad.

45 En una cabecera 95 de la tabla 91 de susceptibilidad se recibe el vector 77 de ponderación de la tabla 71 de parámetros de influencia. En cada fila 92-94 asociada a un objeto IH se encuentran los valores numéricos que resultan debido a los valores instantáneos de los factores influyentes al considerar la escala 81 de normalización respectiva. Para ello se recurre a los valores instantáneos, es decir, valores de medición actuales en forma de datos 19 de estado medidos o registrados de otra manera adecuada (figura 1) o datos que se encuentran disponibles para los últimos, y se normalizan por medio de una escala 81 de normalización asociada en cada caso. Los valores numéricos normalizados corresponden a los elementos A_1, A_2, \dots An de un vector A de evaluación 96:

$$A = \begin{pmatrix} A1 \\ A2 \\ A3 \\ \vdots \\ An \end{pmatrix}$$

5 Para cada objeto IH se multiplica cada elemento de los vectores A de evaluación 96 con el factor de ponderación asociado a la columna respectiva del elemento por medio del contenido de la cabecera 95. Los resultados respectivos se suman a continuación. Matemáticamente éstos corresponden a una multiplicación escalar de cada vector A de evaluación 96 con el vector g de ponderación 77. El resultado de esta operación es un escalar, es decir un valor numérico, que se denomina como índice de susceptibilidad de objeto (OAI):

$$\begin{pmatrix} g1 \\ g2 \\ g3 \\ g4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} A1 \\ A2 \\ A3 \\ A4 \end{pmatrix} = OAI$$

10 La multiplicación y posterior suma de los valores numéricos adicionales puede expresarse matemáticamente también como multiplicación de matriz. Para ello a partir del vector g de ponderación 77, es decir, el contenido de la cabecera o fila de ponderación 72, 95, se forma una matriz fila, es decir una matriz con sólo una fila y a partir de la que el vector A de evaluación 96 que representa el objeto IH, es decir el contenido de las filas 92-94, forma una matriz columna, es decir, una matriz con sólo una columna:

$$[g1 \ g2 \ g3 \ g4] \begin{bmatrix} A1 \\ A2 \\ A3 \\ A4 \end{bmatrix} = OAI$$

15 Ambas operaciones matemáticas representadas son idénticas, porque la multiplicación de matriz de una matriz fila con una matriz columna corresponde matemáticamente al producto escalar de los vectores subyacentes:

$$[g1 \ g2 \ g3 \ g4] \begin{bmatrix} A1 \\ A2 \\ A3 \\ A4 \end{bmatrix} \equiv \begin{pmatrix} g1 \\ g2 \\ g3 \\ g4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} A1 \\ A2 \\ A3 \\ A4 \end{pmatrix}$$

20 En el caso de parámetros de influencia dependientes entre sí, por ejemplo en el caso de una dependencia de la susceptibilidad de interferencia de la combinación de los parámetros de influencia “caída de presión” y medio”, pueden tenerse en cuenta factores k de acoplamiento. El vector g de ponderación 77 o la matriz columna correspondiente con las funciones (g1,...,gn) se describe entonces como matriz diagonal, es decir, las funciones se introducen en la diagonal principal de una matriz cuadrada:

$$\begin{bmatrix} g1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & g2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g4 \end{bmatrix}$$

5 Cada valor de ponderación está asociado de forma precisa a un parámetro de influencia. El parámetro de influencia respectivo establece la posición del valor de ponderación en la matriz. En el caso de una dependencia de factores influyentes individuales entre sí se introduce un factor k de acoplamiento en la fila del primer parámetro de influencia y en la columna del parámetro de influencia dependiente, mostrado a continuación en el ejemplo de un factor $k1$ de acoplamiento:

$$M = \begin{bmatrix} g1 & k1 & 0 & 0 \\ 0 & g2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g4 \end{bmatrix}$$

10 A partir del vector g de ponderación 77 se obtiene una matriz de acoplamiento/ponderación M . El índice de susceptibilidad de objeto (OAI) se determina entonces basándose en una multiplicación de matriz, que da como resultado en primer lugar un vector de susceptibilidad de parámetro PA :

$$\begin{bmatrix} g1 & k1 & 0 & 0 \\ 0 & g2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A1 \\ A2 \\ A3 \\ A4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} PA1 \\ PA2 \\ PA3 \\ PA4 \end{bmatrix} = PA$$

El índice de susceptibilidad de objeto (OAI) resulta entonces como la suma de los elementos individuales del vector de susceptibilidad de parámetro PA , de las susceptibilidades de parámetro $PA1..PAN$:

$$OAI = \sum_{i=1..n} PA_i$$

15 Como resultado de esta operación o de una de las otras dos operaciones descritas anteriormente resulta el índice de susceptibilidad de objeto (OAI), que en el caso de griferías como objetos IH se denomina también como índice de susceptibilidad de grifería (AAI).

Para los objetos IH, que están representados por las filas 92-94, resultan índices de susceptibilidad de objeto (OAI) de "2,2", "4,7" y "5,3".

20 En una sexta etapa 100 (figura 3) se realiza una evaluación de todos los IH con respecto a su necesidad de mantenimiento. Esto tiene lugar por medio de los índices de susceptibilidad de objeto (OAI) determinados.

Cada índice de susceptibilidad de objeto (OAI) determinado se establece en relación con el índice de comparación de objeto (OVI).

25 Para ello en la figura 8 está representada una distribución de normalización de una pluralidad de índices de susceptibilidad de objeto (OAI). En este caso en las abscisas está introducido el índice de susceptibilidad de objeto

(OAI) y en las ordenadas el número de los objetos IH con el índice de susceptibilidad de objeto (OAI) respectivo. Resulta una denominada curva 101 campanular. Por medio del eje de simetría de la curva 101 campanular puede determinarse el índice de comparación de objeto (OVI). Para objetos IH con un índice de susceptibilidad de objeto (OAI) por debajo del índice de comparación de objeto (OVI) resulta que el objeto IH es susceptible por debajo del promedio. De manera correspondiente un objeto IH con un índice de susceptibilidad de objeto (OAI) es susceptible por encima del índice de comparación de objeto (OVI) por encima del promedio. Es decir, mediante esta ordenación es posible una valoración relativa de la susceptibilidad de cada objeto IH, es decir por ejemplo cada grifería, en promedio de grupo.

En la figura 9 está mostrada para ello una posible representación en pantalla. La representación en pantalla comprende a modo de ejemplo tres escalas 102 para la representación en cada caso de un objeto IH. En cada escala 102 está introducido gráficamente el índice de comparación de objeto (OVI), mediante un rombo, y el índice de susceptibilidad de objeto (OAI), mediante una flecha de bloque. Si el índice de susceptibilidad de objeto (OAI) se encuentra por encima del índice de comparación de objeto (OVI), tal como es el caso en la tercera escala 102, ha de tenerse en cuenta el objeto IH respectivo para un mantenimiento directo o para la consideración en la planificación de trabajos de mantenimiento futuros. También es concebible la representación de tipo semáforo ya mencionada, en la que en el caso de un índice de susceptibilidad de objeto (OAI) por encima del índice de comparación de objeto (OVI) se activó la luz roja, en la que el índice de susceptibilidad de objeto (OAI) en el intervalo del índice de comparación de objeto (OVI) se activó la luz amarilla y en el caso de un índice de susceptibilidad de objeto (OAI) por encima del índice de comparación de objeto (OVI) se activó la luz verde de un semáforo de este tipo. Según la luz activada resulta por ejemplo una priorización de la necesidad de manejo (es decir por ejemplo rojo: inmediata; amarillo: en el turno normal; verde: aplazada) o un periodo de tiempo más largo diferente de los intervalos de mantenimiento (es decir por ejemplo rojo: en cada turno; amarillo: en cada tercer turno; verde: en cada décimo turno).

La optimización de mantenimiento se apoya mediante las siguientes valoraciones:

- derivación de un mensaje de semáforo sinóptico para el estado en cuestión,
- determinación de una recomendación de fechas según un pronóstico de desgaste para un indicador de estado,
- transmisión de nuevos conocimientos a objetos de mantenimiento que van a valorarse de manera similar.

Lista de números de referencia

- 30 [$>>2$]
- 1 sistema técnico (instalación IH)
- 2 recipiente
- 3 salida
- 4 entrada
- 35 5, 6 válvulas
- 7 nivel de líquido
- 8 detector de valores de medición
- 10 sistema de mantenimiento
- 11 módulo regular, módulo R
- 40 13 módulo de mantenimiento basado en el estado, módulo CBM
- 15 módulo de prueba, módulo B
- 17 datos de entrada de módulo R
- 19 datos de entrada de módulo CBM
- 21 datos de entrada de módulo B
- 45 23 módulo de soporte de decisión de mantenimiento, módulo MDS
- 25 recomendación (de mantenimiento)
- 27 módulo de gestión de conocimiento, módulo WM
- 29 fabricante
- 31 proveedor de servicios
- 50 33 instalación
- 35 ampliación del conocimiento
- 37 uso del conocimiento
- 39 registro del conocimiento
- 41 base de datos de mantenimiento
- 55 50 primera etapa de procedimiento
- 51 clasificación relacionada con la función
- 52 criterio: función
- 53 criterio: factores 53 del tipo de construcción
- 54 criterio: tipo 54 de accionamiento
- 60 60 segunda etapa de procedimiento
- 61 clasificación relacionada con el uso
- 62 criterio: medio

	63	criterio: zona de uso
	70	tercera etapa de procedimiento
	71	tabla de parámetros de influencia
	72	filas de ponderación
5	73, 74, 75, 76	columnas
	77	vector g de ponderación
	80	cuarta etapa de procedimiento
	81	escala de normalización
	90	quinta etapa de procedimiento
10	91	tabla de susceptibilidad
	92, 93, 94	filas
	95	cabecera
	96	vector A de evaluación
	100	sexta etapa de procedimiento
15	101	curva campanular
	102	escala
	A	vector de evaluación 96
	g	vector de ponderación 77
	k	factor de acoplamiento
20	M	matriz de ponderación/acoplamiento
	PA	vector de susceptibilidad de parámetro

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la derivación automática de recomendaciones (25) de mantenimiento para una instalación (1) técnica con un número de objetos de mantenimiento, en el que una necesidad de mantenimiento para al menos uno de los objetos de mantenimiento se determina por medio de datos de estado medidos,
- 5 **caracterizado porque**
para la determinación de la necesidad de mantenimiento además de los datos de estado se recurre a datos basados en el conocimiento, que se determinan mediante una comparación de un índice de susceptibilidad de objeto (OAI) del objeto de mantenimiento con un índice de comparación de objeto (OVI), que se obtuvo para objetos de mantenimiento comparables.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el índice de susceptibilidad de objeto (OAI) se determina mediante enlace lógico de un vector (A) de evaluación asociado al objeto de mantenimiento con un vector (g) de ponderación asociado.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que el enlace lógico consiste en una multiplicación escalar del vector (A) de evaluación y del vector (g) de ponderación.
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que en lugar del vector (g) de ponderación se usa una matriz (M) de ponderación, en la que los valores del vector (g) de ponderación subyacente están dispuestos en la diagonal principal, en el que en la diagonal secundaria de la matriz (M) de ponderación se introduce al menos un factor (k) de acoplamiento, y en el que el enlace matemático para determinar el índice de susceptibilidad de objeto (OAI) consiste en una multiplicación de matriz de la matriz (M) de ponderación con el vector (A) de evaluación y una suma posterior de los elementos de una matriz columna que resulta de lo mismo, en concreto el vector de susceptibilidad de parámetro (PA).
- 20 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que para un objeto de mantenimiento se deriva una recomendación (25) de mantenimiento a partir de una relación del índice de susceptibilidad de objeto (OAI) determinado y el índice de comparación de objeto (OVI).
- 25 6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la recomendación (25) de mantenimiento en una modificación de un plan (17) de mantenimiento asociado al objeto de mantenimiento se determina por medio de la relación del índice de susceptibilidad de objeto (OAI) y el índice de comparación de objeto (OVI).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que en la modificación del plan (17) de mantenimiento se tiene en cuenta una necesidad de mantenimiento del objeto de mantenimiento por medio del plan (17) de mantenimiento antes de la modificación.
- 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el índice de comparación de objeto (OVI) está asociado a un registro de datos maestros que representa el objeto de mantenimiento o a un registro de datos maestros que representa una categoría de objetos de mantenimiento.
- 35 9. Programa informático con medios de código de programa, para realizar todas las etapas según una de las reivindicaciones 1 a 8, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.
10. Medio de soporte de datos legible por ordenador con un programa informático según la reivindicación 9.

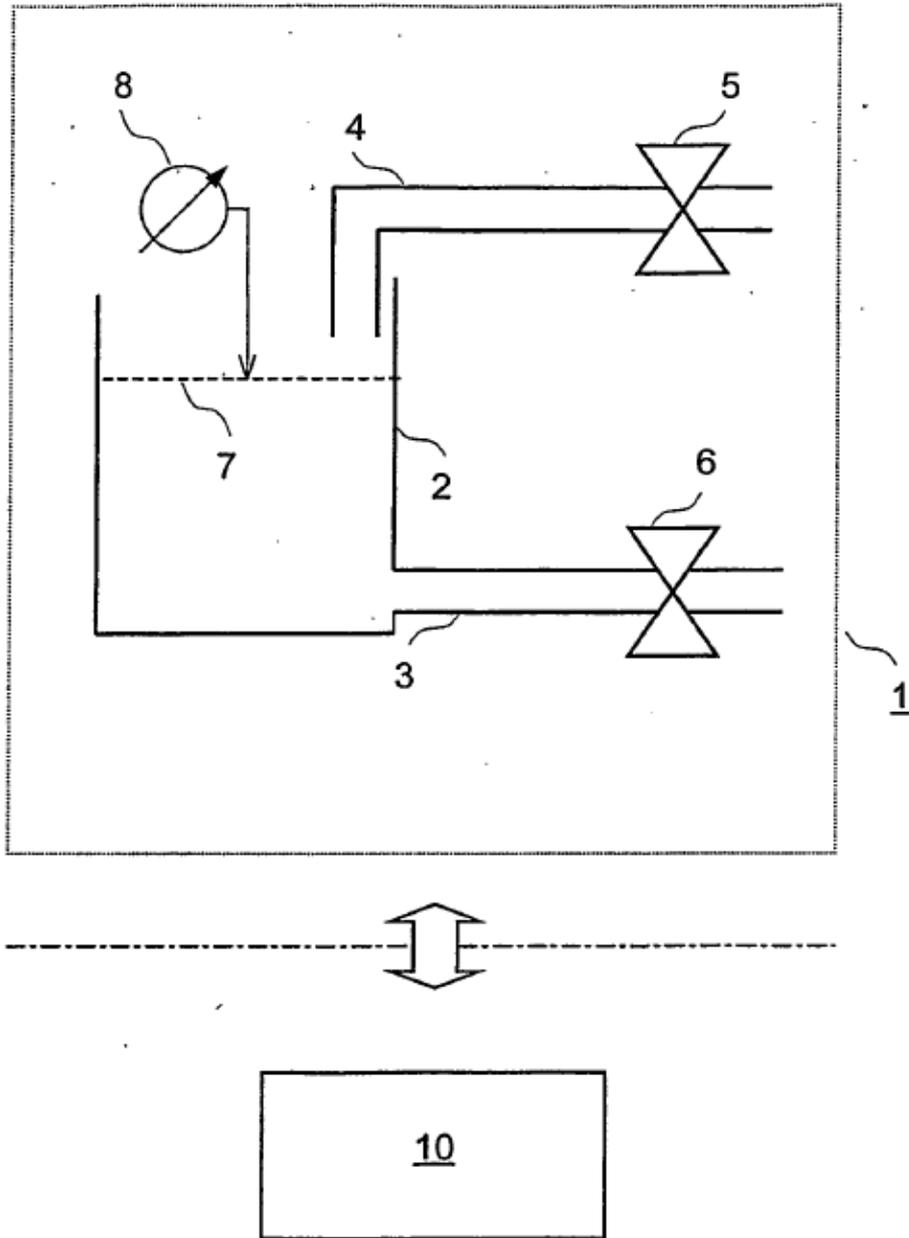


Fig. 1

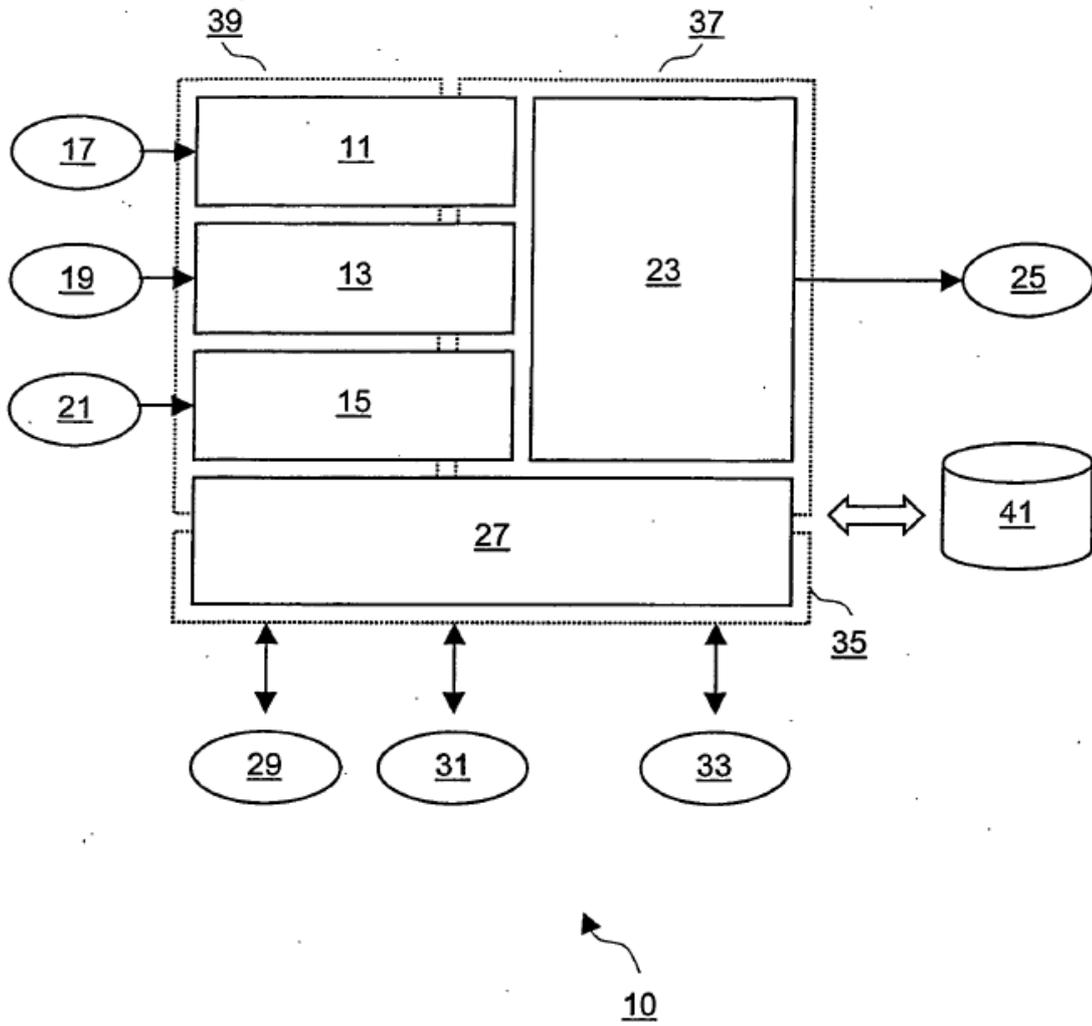


Fig. 2

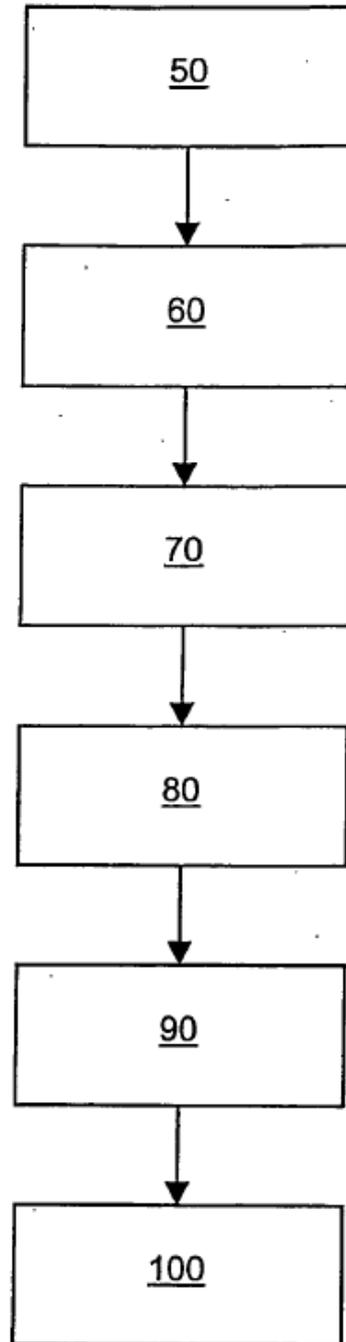


Fig. 3

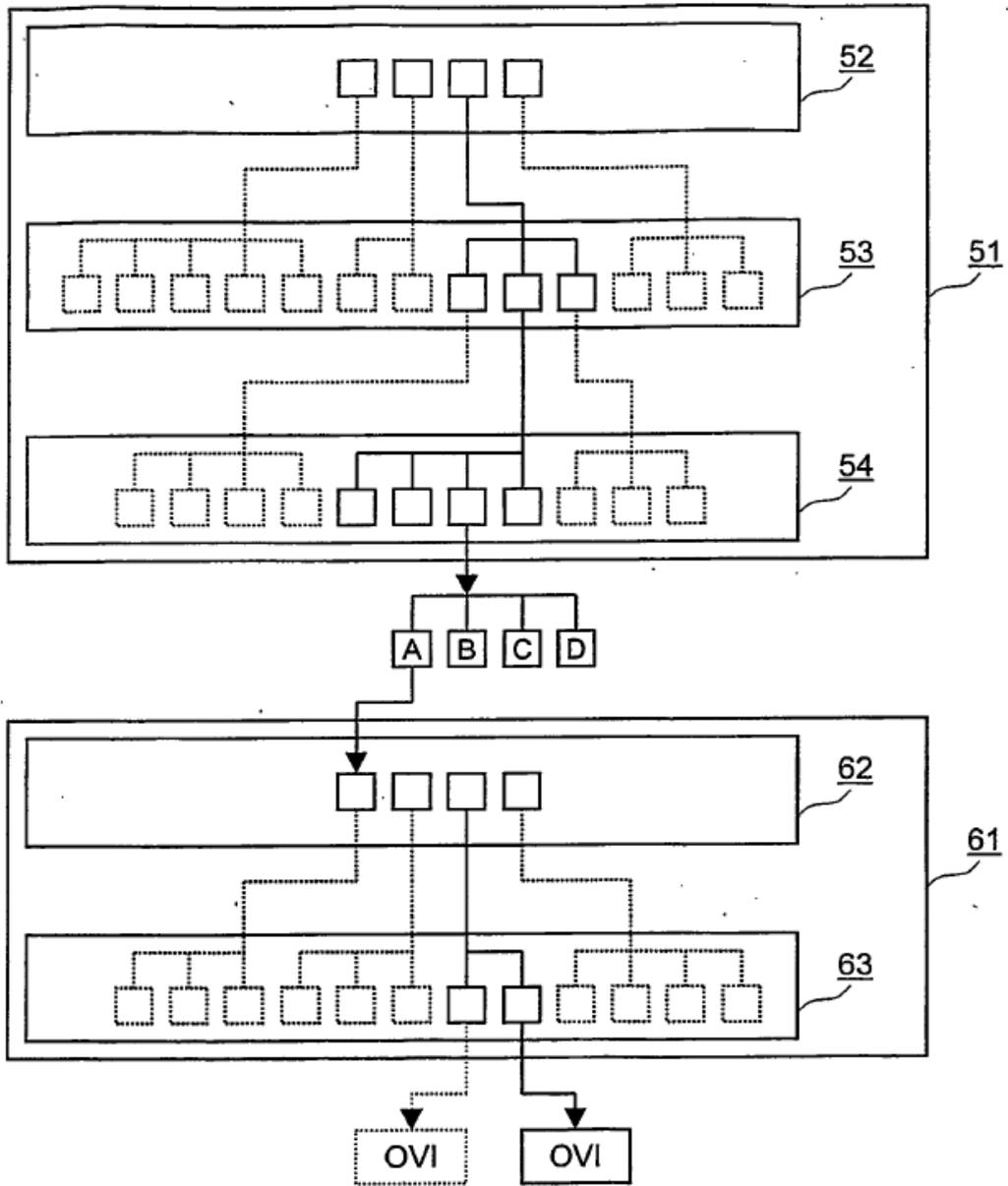


Fig. 4

71

	73	74	75	76	76	
72	g1=20%	g2=70%	g3=10%		gn=..%	$\Sigma=100\%$

77

Fig. 5

81

0-25%	1
26-40%	2
41-55%	3
56-70%	4
71-85%	5
86-100%	6

Fig. 6

91

	77				
95	(0,2)	(0,7)	(0,1)	...	OAI
92	3	2	2	...	2,2
93	2	6	1	...	4,7
94	5	6	1	...	5,3
96		96			

Fig. 7

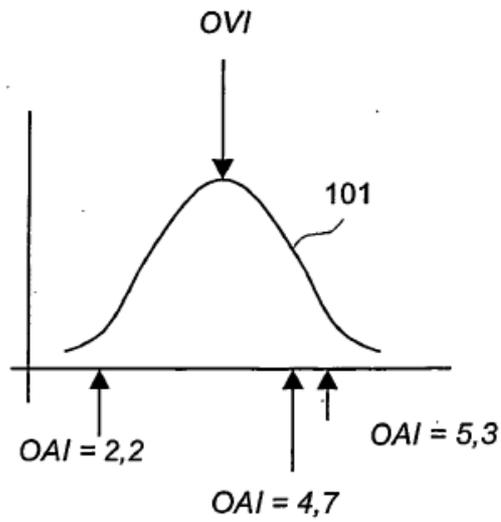


Fig. 8

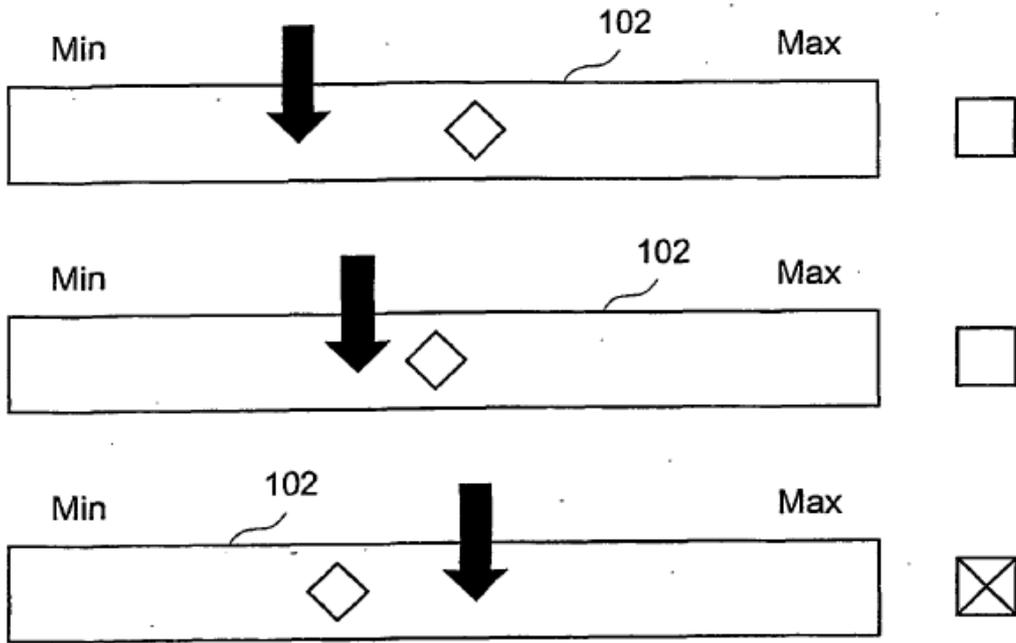


Fig. 9