(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 280 675**

(51) Int. Cl.:
***G05B 23/02*** (2006.01)
***G05B 19/048*** (2006.01)
***G05B 19/418*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA T5

(96) Número de solicitud europea: **03026648 .0**
(96) Fecha de presentación : **19.11.2003**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1538501**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **08.06.2005**

(54) Título: **Procedimiento para la vigilancia de un equipo técnico.**

(73) Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
**Wittelsbacherplatz 2**
**80333 München, DE**

(72) Inventor/es: **Bode, Andreas**

(74) Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

(45) Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **16.09.2007**

(45) Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **02.03.2011**

(45) Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **02.03.2011**

**ES 2 280 675 T5**

**DESCRIPCIÓN**

La invención se refiere a un procedimiento para vigilar una instalación técnica según el concepto general de la reivindicación 1.

Las instalaciones técnicas modernas incluyen usualmente múltiples equipos técnicos que interactúan para garantizar el éxito deseado, por ejemplo la producción de bienes de consumo o la generación y puesta a disposición de energía eléctrica mediante una central de generación. Un fallo o también un funcionamiento no óptimo de un equipo técnico de la instalación da como resultado al menos una mala calidad de los productos generados o de la prestación puesta a disposición, cuando no incluso una caída de toda la instalación técnica.

Los tiempos de parada originan elevados costes subsiguientes, debido a las caídas de producción que resultan, y la falta de calidad se refleja en elevados costes de calidad.

Por ello es imprescindiblemente necesario incluir sistemas de diagnóstico mediante los cuales puedan ser vigilados los equipos técnicos de una instalación.

Se conocen sistemas de diagnóstico en los cuales mediante algoritmos de análisis se obtienen valores de referencia durante el funcionamiento del equipo técnico, comenzando la vigilancia en un instante en el que la captación de los valores de referencia está muy avanzada o ya se ha cerrado.

Un inconveniente es entonces que desde el instante del comienzo del funcionamiento hasta que se cierra el proceso de aprendizaje relativo a la captación de los valores de referencia el equipo técnico no es vigilado y con ello las faltas que se presenten pueden dar lugar al fallo del equipo.

De la DE 198 05 061 A1 puede tomarse por ejemplo un procedimiento según el concepto general de la reivindicación 1, en el que a partir de datos de servicio medidos durante el funcionamiento se averiguan valores de referencia y se incluyen para una comparación valor de consigna – valor real con los valores actuales de los datos de funcionamiento.

Otros procedimientos de análisis conocidos utilizan criterios que ciertamente cumplen las exigencias básicas del funcionamiento del equipo (por ejemplo una vigilancia respecto a sobrepasarse una temperatura máxima admisible de servicio), pero no obstante no pueden tener en cuenta tales procedimientos por ejemplo ninguna tolerancia de fabricación aprovechada durante la realización del equipo técnico o características especiales del equipo que resultan durante el funcionamiento o reconocer pequeñas desviaciones que no dan lugar al fallo, pero que ponen en peligro el funcionamiento óptimo.

La invención tiene por lo tanto como tarea básica indicar un procedimiento mejorado para la vigilancia de un equipo técnico que supere los citados inconvenientes y que sea sencillo de realizar.

La tarea se resuelve en el marco de la invención mediante un procedimiento para la vigilancia de un equipo técnico con las siguientes etapas:

1. Previamente se fija al menos un valor límite de vigilancia para una magnitud de servicio del equipo técnico a vigilar.
2. Durante el funcionamiento del equipo técnico se capta el valor actual de la magnitud de servicio a vigilar al menos dentro de un intervalo de tiempo finito, al menos dos veces y

3. Dentro del intervalo de tiempo se calcula un valor de referencia de vigilancia actual mediante una interpolación entre el valor límite de vigilancia y el valor actual de la magnitud de servicio a vigilar.

La invención parte entonces de la consideración de que una vigilancia del equipo técnico es especialmente fiable cuando tanto las condiciones-marco básicas, como por ejemplo la antes citada máxima temperatura de servicio como valor límite de vigilancia, como también informaciones específicas relativas al servicio, se procesan como una o varias magnitudes de servicio a vigilar en relación con un valor de referencia de vigilancia, con el que se compara el comportamiento efectivo de la magnitud de servicio a vigilar.

El procedimiento correspondiente a la invención prevé por lo tanto un valor de referencia de vigilancia que mejora durante el funcionamiento del equipo técnico.

En el momento del comienzo del funcionamiento del equipo técnico, predomina la influencia del valor límite de vigilancia sobre el valor de referencia de vigilancia actual, sucediendo que cuando aumenta la duración del funcionamiento el valor de referencia de vigilancia actual se ve influido de manera creciente por el comportamiento actual de la magnitud de servicio a vigilar, con lo que como consecuencia durante el funcionamiento del equipo también pueden detectarse pequeñas desviaciones de la magnitud de servicio a vigilar respecto al funcionamiento normal. Así, se detectan no sólo aquellos estados de servicio que permiten conclusiones relativas a un fallo inminente del equipo, sino también aquéllos que se desvían de un óptimo, sin señalar forzosamente un fallo.

En el procedimiento correspondiente a la invención está previsto por lo tanto un proceso de aprendizaje

relativo al cálculo del valor de referencia de vigilancia, mejorando un valor de referencia de vigilancia actual al aumentar la cantidad de informaciones procedentes del funcionamiento del equipo técnico.

Además, es posible que la vigilancia del equipo técnico pueda comenzar inmediatamente al iniciarse su funcionamiento por primera vez, ya que desde el principio se dispone al menos del valor límite de vigilancia como valor de referencia de vigilancia actual.

A diferencia de ello, debe esperarse en los algoritmos de análisis conocidos a un proceso de aprendizaje hasta que se dispone de un valor de referencia de vigilancia y puede comenzar la vigilancia.

En un ventajoso perfeccionamiento, se calcula el valor de referencia de vigilancia actual al menos dos veces.

De esta manera mejora la adaptación deseada del valor de referencia de vigilancia actual al comportamiento efectivo en servicio en relación con la magnitud de servicio a vigilar, ya que a partir del segundo cálculo del valor de referencia de vigilancia actual se utiliza cada caso el valor de referencia de vigilancia precedente como valor límite de vigilancia.

Así se obtiene un valor de referencia de vigilancia actual que mejora dinámicamente en forma de un proceso de aprendizaje.

En otro perfeccionamiento ventajoso coincide el instante de arranque del intervalo de tiempo con el comienzo del funcionamiento del equipo técnico, con lo que desde la primera puesta en servicio del equipo técnico es posible un enjuiciamiento de la magnitud de servicio a vigilar.

Ventajosamente se capta el valor actual de la magnitud de servicio a vigilar dentro del intervalo de tiempo

continuamente, preferentemente a intervalos de tiempo fijos.

De esta manera mejora la precisión y la adecuación del valor de referencia de vigilancia actual para fines de diagnóstico mediante el proceso de aprendizaje continuo.

Preferentemente se calcula también el valor de referencia de vigilancia actual dentro del intervalo de tiempo continuamente, preferentemente a intervalos de tiempo fijos, utilizándose a partir del segundo cálculo el correspondiente valor de referencia de vigilancia precedente como valor límite de vigilancia.

Según otro ejemplo de ejecución, se determina previamente el instante final del intervalo de tiempo.

En esta forma constructiva se aprovechan los valores experimentales, según lo cual tras una cierta duración del proceso de aprendizaje se dispone del valor de referencia de vigilancia a tomar como base con una precisión suficiente y no tiene que seguir mejorándose. Se trata al respecto de un compromiso entre capacidad de entrada en funcionamiento rápida del procedimiento correspondiente a la invención y la necesidad de un proceso de aprendizaje que dure más tiempo para el cálculo de un valor de referencia de vigilancia de la mayor exactitud posible. En muchos casos de aplicación que se dan en la práctica, será posible fijar previamente el instante final del intervalo de tiempo y con ello obtener un instante final definido del proceso de aprendizaje, sin tener que renunciar a una determinada precisión del valor de referencia de vigilancia.

En otra forma constructiva se calcula el instante final del intervalo de tiempo mediante los valores actuales de la magnitud de servicio a vigilar y del valor de referencia de vigilancia.

En este ejemplo de ejecución depende el instante final absoluto de cómo se encuentra el valor de referencia de vigilancia actual en relación con el valor actual de la magnitud de servicio a vigilar. Por ejemplo puede - en el caso de que el valor de referencia de vigilancia actual esté muy próximo al valor actual de la magnitud de servicio a vigilar - declararse finalizado el proceso de aprendizaje aún cuando sería de esperar todavía una cierta mejora del valor de referencia de vigilancia, que no obstante no se considera significativa. De esta manera es posible que en determinados casos de utilización del procedimiento correspondiente a la invención el proceso de aprendizaje se cierre con mucha rapidez y la vigilancia pueda realizarse sin procesos de aprendizaje subordinados permanentes.

Preferentemente se realiza la interpolación mediante una función matemática, que de manera especialmente preferente incluye una interpolación a partir del grupo (interpolación lineal, interpolación cuadrada, interpolación cúbica, interpolación mediante funciones spline).

Estos métodos de interpolación conocidos se exponen exhaustivamente en la literatura especializada en matemáticas y pueden ser dominados por el especialista en relación con el procedimiento correspondiente a la invención.

Además, es ventajoso que se detecte una vulneración del valor de referencia de vigilancia actual por el valor actual de la magnitud de servicio, pudiendo incluir la vulneración un desbordamiento por arriba o por abajo del valor de referencia de vigilancia actual.

En función del caso de aplicación, un valor demasiado grande o también un valor demasiado pequeño de la magnitud de servicio a vigilar puede significar una desviación del servicio normal o incluso un peligro. Por lo tanto es

importante detectar tales vulneraciones de valor y generar las correspondientes señalizaciones de peligro o incluso intervenir en el funcionamiento del equipo técnico.

La vulneración puede también incluir la entrada del valor actual de la magnitud de servicio en una banda de tolerancia alrededor del valor de referencia de vigilancia actual.

Aquí se averigua no sólo la clara vulneración del valor de referencia de vigilancia actual, sino que también se detecta una aproximación del valor actual de la magnitud de servicio al valor de referencia de vigilancia actual. Así puede ya evaluarse de antemano una clara vulneración de la correspondiente tendencia de la magnitud de servicio a vigilar y generar medidas consecuentes, como por ejemplo la generación de avisos de alarma o intervenciones en el funcionamiento del equipo técnico.

En una forma constructiva especialmente preferente, se realiza la detección relativa a la vulneración a partir del comienzo del funcionamiento del equipo técnico. Bajo comienzo del funcionamiento se incluye entonces en particular la primera puesta en funcionamiento del equipo técnico, en la cual aún no existe información alguna sobre el comportamiento de la magnitud del servicio a vigilar durante el funcionamiento.

No obstante, es posible una vigilancia según el procedimiento correspondiente a la invención, ya que en el instante de arranque citado del funcionamiento se utiliza al menos el valor límite de referencia fijado previamente como valor de referencia de vigilancia actual, que mejora al aumentar la duración del servicio. Así, la vigilancia no es ciertamente óptima aún en cuanto a su calidad en el instante de arranque de la primera puesta en servicio, pero al menos está ya disponible, con lo que al menos pueden detectarse vulneraciones bastas, como por ejemplo el

desbordamiento del valor límite de vigilancia por parte del valor actual en la magnitud de servicio a vigilar,.

En otro perfeccionamiento ventajoso ya no se modifica el valor de referencia de vigilancia actual a partir del final del intervalo de tiempo.

Al finalizar el intervalo de tiempo, se considera el proceso de aprendizaje como cerrado entonces y no se necesita ningún recurso más para averiguar el valor de referencia de vigilancia. Tal como ya se ha indicado, puede fijarse de antemano entonces el instante final del intervalo de tiempo o bien resultar dinámicamente a partir de los valores actuales de la magnitud de servicio a vigilar y del valor de referencia de vigilancia.

A continuación se describirá más en detalle un ejemplo de ejecución de la invención.

Se muestra en:

Figura un comportamiento a modo de ejemplo del valor de referencia de vigilancia, así como de la magnitud de servicio a vigilar durante el funcionamiento de un equipo técnico, para describir el procedimiento correspondiente a la invención.

En la figura se representa el comportamiento en el tiempo de una magnitud de servicio a vigilar 5. Esta magnitud puede ser por ejemplo una temperatura medida en los cojinetes, que aumenta al aumentar el tiempo de servicio y que se aproxima asintóticamente a un determinado valor que depende del funcionamiento permanente normal.

Un valor límite de vigilancia 10 puede consistir por ejemplo en una temperatura límite que no debe sobrepasarse para no destruir el cojinete. Este valor

límite de vigilancia 10 depende aquí del tipo y del material del cojinete y es usualmente mucho más elevado que la temperatura alcanzada efectivamente durante el funcionamiento normal del cojinete.

No obstante, puede ser razonable comprobar la magnitud de servicio a vigilar 5 al menos en cuanto a si se rebasa el valor límite de vigilancia 10, ya que por ejemplo un cojinete defectuoso puede presentar muy rápidamente tales temperaturas altas en el cojinete. Desde el instante 0 de la primera puesta en servicio, se mide el valor actual de la magnitud de servicio a vigilar 5 en los instantes t1, t1+1, t1+2,…. Un valor de referencia de vigilancia actual 15 se calcula con ayuda del valor límite de vigilancia 10 y del valor actual de la magnitud de servicio a vigilar 5.

El correspondiente valor actual del valor de referencia de vigilancia 15 se utiliza para enjuiciar el valor actual de la magnitud de servicio a vigilar 5. En particular se detecta entonces si el valor actual de la magnitud de servicio 5 sobrepasa por arriba o por abajo el valor actualmente existente en un instante determinado del valor de referencia de vigilancia 15. Puesto que el valor de referencia de vigilancia 15 se ve influido por el comportamiento efectivo de la magnitud de servicio 5, es más adecuado este valor de referencia de vigilancia 15 para una vigilancia de un equipo técnico que el valor límite de vigilancia 10, cuya vulneración en la mayoría de los casos significa ya un peligro o un daño.

A diferencia de ello, se mantienen mediante una comparación del valor actual de la magnitud de servicio 5 con el valor actual del valor de referencia de vigilancia 15 también informaciones sobre en qué medida está alejado el valor actual de la magnitud de servicio 5 de un

funcionamiento normal deseado, sin que esto deba incluir ya un peligro o la posibilidad de un daño del equipo técnico.

A partir del instante t1+7, se toma como base el valor actual del valor de referencia de vigilancia 15 existente en ese instante como valor de vigilancia 20 para la continuación de la vigilancia del equipo técnico, con lo que por ejemplo también en el instante t1+10 se compara el valor actual de la magnitud de servicio 5 con el valor de referencia de vigilancia 15 ya existente en el instante t1+7, el valor de vigilancia 20.

Esta comparación puede incluir por ejemplo también una comprobación destinada a averiguar si el valor actual de la magnitud de servicio 5 ha entrado en una banda de tolerancia 25 alrededor del valor de vigilancia 20.

Esta banda de tolerancia 25 puede representar por ejemplo la zona de funcionamiento dentro de la cual un valor actual de la magnitud de servicio 5 ya no asegura un funcionamiento óptimo del equipo técnico.

Para averiguar el valor de referencia de vigilancia 15 a partir del valor límite de vigilancia 10 y del valor actual de la magnitud de servicio 5, se incluye un procedimiento de interpolación, por ejemplo una interpolación lineal entre las citadas magnitudes; pueden para ello no obstante incluirse también cualesquiera otras funciones matemáticas.

Resumidamente, puede representarse el procedimiento correspondiente a la invención como sigue:

Partiendo de un valor límite de vigilancia 10 fijado previamente, que por ejemplo representa un límite relativo a daños, se calcula en base al comportamiento efectivo de una magnitud de servicio a vigilar, un valor de referencia de vigilancia 15 en un proceso de aprendizaje, que en lugar del valor límite de vigilancia 10 se toma como base para la vigilancia a continuación de la magnitud de servicio 5.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para vigilar un equipo técnico, en el que durante el funcionamiento del equipo técnico se capta un valor actual de una magnitud de servicio (5) a vigilar, al menos dentro de un intervalo de tiempo finito al menos dos veces,
caracterizado porque previamente se determina al menos un valor límite de vigilancia (10) para la magnitud de servicio (5) a vigilar del equipo técnico y porque dentro del intervalo de tiempo se averigua un valor de referencia de vigilancia actual (15) mediante una interpolación entre el valor límite de vigilancia (10) y el valor actual de la magnitud de servicio (5) a vigilar y se utiliza como valor comparativo para la magnitud de servicio (5) a vigilar.

2. Procedimiento según la reivindicación 1,
caracterizado porque el valor de referencia de vigilancia actual (15) se calcula al menos dos veces, utilizándose a partir del segundo cálculo el valor de referencia de vigilancia precedente (15) en cada caso como valor límite de vigilancia (10).

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2,
caracterizado porque el instante de arranque del intervalo de tiempo coincide con el comienzo del funcionamiento del equipo técnico.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,
caracterizado porque el valor actual de la magnitud de servicio a vigilar (5) se capta dentro del intervalo de tiempo continuamente, preferentemente a intervalos de tiempo fijos.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el valor de referencia de vigilancia actual (15) se calcula dentro del intervalo de tiempo, preferentemente a intervalos de tiempo fijos, utilizándose a partir del segundo cálculo el valor de referencia de vigilancia precedente (15) en cada caso como el valor límite de vigilancia (10).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el instante final del intervalo de tiempo se fija previamente.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el instante final del intervalo de tiempo se calcula mediante los valores actuales de la magnitud de servicio a vigilar (5) y del valor de referencia de vigilancia (15).

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la interpolación se realiza mediante una función matemática.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la interpolación incluye una interpolación a partir del grupo (interpolación lineal, interpolación cuadrada, interpolación cúbica, interpolación mediante funciones spline).

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque se detecta una vulneración del valor de referencia de vigilancia actual (15) por parte del valor actual de la magnitud de servicio (5).

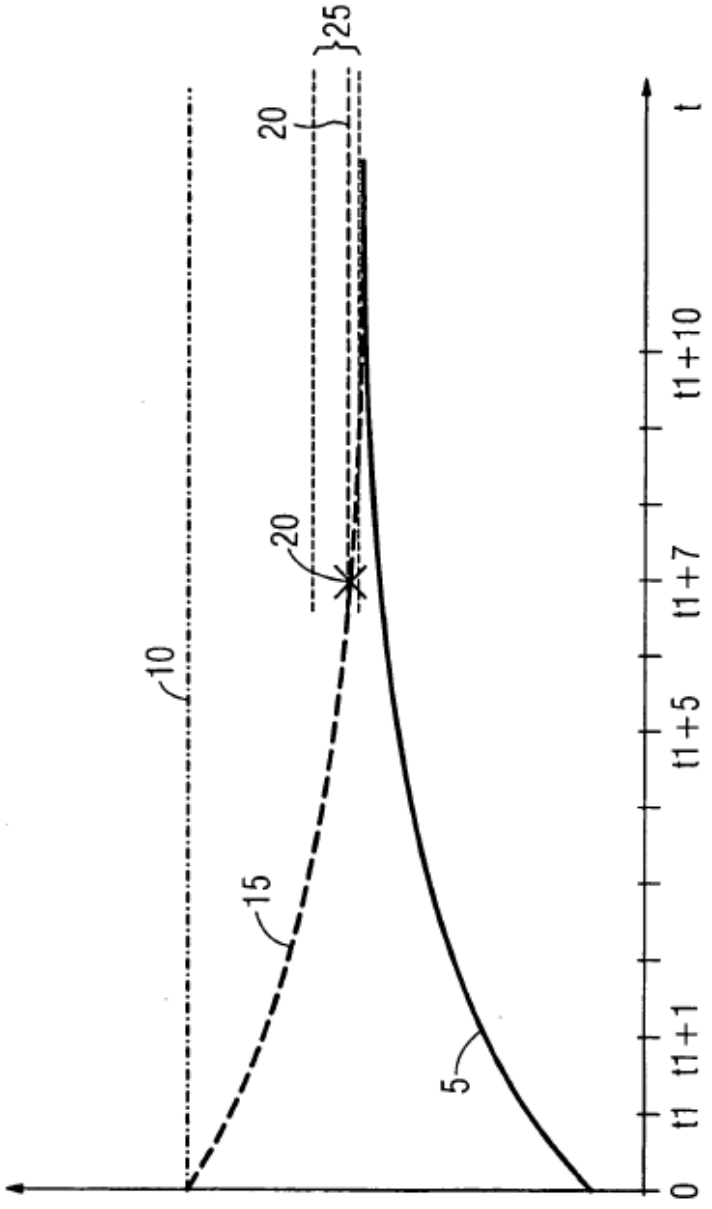
11. Procedimiento según la reivindicación 10,

caracterizado porque la vulneración incluye un desbordamiento hacia arriba o hacia abajo del valor de referencia de vigilancia actual (15).

12. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque la vulneración incluye la entrada del valor actual de la magnitud de servicio (5) en una banda de tolerancia (25) alrededor del valor de referencia de vigilancia actual (15).

13. Procedimiento según la reivindicación 3 en relación con la reivindicación 10, caracterizado porque la detección de la vulneración se realiza a partir del comienzo del funcionamiento del equipo técnico.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el valor de referencia de vigilancia actual (15) ya no se modifica a partir del final del intervalo de tiempo.


25
20
20
10
15
5
0
t1
t1+1
t1+5
t1+7
t1+10
t