

53

G07C 3/08 L

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Patent beschränkt
aufrechterhalten nach
§ 12 Abs. 3 ErstrG

(12) **PATENTSCHRIFT**
(11) **DD 213 539 B5**

(51) Int. Cl.⁵: **G07C 3/00**⁸ L
G01D 1/14
F22B 35/00

DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD G 07 C / 247 706 0	04. 02. 83	12. 09. 84	08. 09. 94

(30) Unionspriorität:
—

(72) Erfinder: Grabig, Jürgen, Dr.-Ing., 03046 Cottbus, DE; Zarmutek, Andreas, Dipl.-Ing., 03046 Cottbus, DE;
Hahn, Bernd, Dipl.-Ing., 03042 Cottbus, DE; Göhlert, Berthold, Dipl.-Ing., 03046 Cottbus, DE;
Zahn, Helmut, Dipl.-Ing.-Ök., 03046 Cottbus, DE
(73) Patentinhaber: VEAG Vereinigte Energiewerke AG, Allee der Kosmonauten 29, 12681 Berlin, DE

(54) Verfahren zur Lebensdauerüberwachung hochbeanspruchter Bauteile

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 1 573 665 B2 DD 208 424 DD 146 776 DD 146 359 B3

Patentanspruch:

Verfahren zur Lebensdauerüberwachung hochbeanspruchter Bauteile, wobei eine Anzahl von Temperatur- und Druckmeßwerten zyklisch erfaßt, Bereichen zugeordnet, innerhalb dieser Bereiche klassifiziert und summiert werden, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Temperatur- und Druckmeßwerte paarweise klassifiziert, daraus bereichsspezifische Ausgangssignale erzeugt sowie als temperaturabhängige Druckklassenzeithäufigkeit oder als druckabhängige Temperaturklassenzeithäufigkeit abgebildet werden.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Bei der Bewertung des Schadensmechanismus für die Wechselbeanspruchung bei An- und Abfahrvorgängen von druck- und temperaturbeanspruchten Bauteilen bei Temperaturen bis 450°C werden Druckparameter verwendet (DE 1 573 665), wobei aus kontinuierlich berechneten Vergleichsspannungen elastische und überelastische Wechselbeanspruchungen ermittelt und aus den Spannungen die zugehörigen elastischen und plastischen Dehnungen berechnet werden.

Aus den Dehnungen wurden die zulässigen Anrißlastwechselzahlen und aus deren reziproken Wert Lebensdauerverbräuche definiert. Die Ermittlung des Lebensdauerverbrauches infolge Zeitstanderschöpfung ist nicht relevant.

Bei der Bewertung des Schadensmechanismus für die Dauerbelastung bei Temperaturen über 520°C ist von der Zeitstandsbeanspruchung auszugehen.

Hochtemperaturbeanspruchte Bauteile in Kraftwerken werden entsprechend den gültigen Berechnungsvorschriften für eine Lebensdauer von 10^5 bzw. $2 \cdot 10^5$ Betriebsstunden ausgelegt. Unter Berücksichtigung entsprechender Sicherheitsfaktoren wird dabei die konstante Beanspruchung bei maximalem Betriebsdruck zugrunde gelegt. Im tatsächlichen Betrieb werden diese Bauteile erstens mit anderen Temperaturen beaufschlagt als vorausgesetzt und zweitens ist diese Beaufschlagung über der Betriebszeit weder konstant noch ständig bei maximalem Betriebsdruck. Daraus resultieren dann je nach Betriebsbeanspruchung sowohl höhere als auch niedrigere Lebensdauerwerte als angenommen.

Sowohl zur Einschätzung der Betriebssicherheit als auch zur ökonomischen Ausnutzung der eingesetzten Werkstoffe ist aber die Betriebs- bzw. Lebensdauerüberwachung der kritischen Bauteile anhand der tatsächlichen Betriebsbelastungen unerlässlich.

In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Verfahren zur Lebensdauerüberwachung hochtemperaturbeaufschlagter Bauteile entwickelt.

Es sind Verfahren zur Bestimmung des Erschöpfungsgrades von Bauteilen auf der Grundlage elektromechanischer Schaltungen bekannt. Prinzipiell wird dabei die gemessene Betriebstemperatur ins Verhältnis zu der aus der theoretischen Lebensdauer resultierenden zulässigen Temperatur gesetzt und ein daraus folgender Lebensdauerverbrauch aufsummiert und in Prozent oder Stunden angezeigt. Der Nachteil dieser sogenannten Lebensdauerzähler ist, daß die angezeigten Lebensdauerverbräuche erstens keine Reproduzierung der Meßwerte und damit keine Bewertung und Analyse der Betriebsweise gestatten und zweitens keine Neuberechnung der Restlebensdauer bei Korrektur der Berechnungsverfahren zu späteren Zeitpunkten zulassen. Weiterhin wurden Verfahren angegeben, die unter Zugrundelegung des gegenwärtigen Erkenntnisstandes zur Spannungs- und Lebensdauerberechnung entsprechende Prozeßüberwachungsfunktionen durchführen.

Eine Möglichkeit zur Langzeitüberwachung von Dampferzeugerbauteilen ist angegeben, ohne daß für den praktischen Betrieb anzustrebende Ergebnisse erzielt werden konnten.

Weiterhin sind Verfahren bekannt, bei denen bereits Zeitstand- und Wechselermüdungseinflüsse überlagert werden (DD 146359). Dabei werden Druck- und Temperaturmeßwerte zyklisch erfaßt, Druck- und Temperaturbereichen zugeordnet, innerhalb dieser Bereiche klassifiziert und summiert. Die Ableitung eines Signals für die Lebensdauerüberwachung ist jedoch nicht mit den Echtzeitparametern übereinstimmend und daher fehlerbehaftet.

Es ist weiterhin eine Anordnung bekannt, bei der die Betriebstemperaturen in konstanten Zeitzyklen klassifiziert und summiert werden (DD 146776).

Dadurch sind über Sekundärauswertungen in gewissem Maße Aussagen zur Betriebsweise und Lebensdauer möglich. Der Nachteil besteht jedoch darin, daß aufgrund der eingesetzten Relais-technik die Anzahl der verarbeitbaren Meßstellen gering ist und die Geräte infolge ihrer voluminösen Abmaße für eine kontinuierliche Betriebsüberwachung nicht geeignet sind. Solche wichtigen Servicefunktionen, wie Meßstellenausfall, Grenzwertüberschreitungen usw., die für eine sichere, operative Betriebsführung der Anlage wichtig sind, können nicht signalisiert werden.

Außerdem ist eine Anordnung auf elektronischer Grundlage angegeben, die eine Vielzahl von Temperaturmeßstellen bei sehr niedrigen Zeitzyklen auswertet und gleichzeitig verschiedene Grenzwertüberwachungsfunktionen ausführt (DD 208424). Von Nachteil ist jedoch, daß zur Einschätzung der Betriebsweise und zur Lebensdauerüberwachung nur die Temperatur zur Verfügung steht und lediglich die Temperaturmeßwerte vorverdichtet werden. Es ist jedoch bekannt, daß eine Schädigung der Werkstoffe gleichermaßen durch mechanische Beanspruchungen, z. B. Innendruck, hervorgerufen wird. Es ist deshalb erforderlich die Gesamtbeanspruchung, bestehend aus mechanischem Anteil und thermischem Anteil, so zu erfassen, daß ihre funktionellen Zuordnungen erfaßt und eine Lebensdauerbewertung, z. B. auf der Grundlage der linearen Schadensakkumulation

$$\varepsilon = \sum \frac{\tau_i}{\tau_B(\sigma, \vartheta)} \cdot \vartheta_i; \sigma = \sigma(\varphi)$$

durchgeführt werden kann.

Ziel der Erfindung ist eine kontinuierliche, prozeßrechnerunabhängige Betriebs- und Lebensüberwachung von hochbeanspruchten Bauteilen einschließlich Signalisation von Grenzwertüberschreitungen, lebensdauerwichtigen Zuständen und Meßstellenausfall über diskrete oder separate Informationsdarbietungseinrichtungen unter Erfassung sowohl der thermischen als auch mechanischen Beanspruchungsanteile zu erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die lebensdauerrelevante Zeithäufigkeit in Abhängigkeit thermischer und mechanischer Beanspruchungsanteile zu ermitteln.

Dies wird dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß die Temperatur- und Druckmeßwerte paarweise klassifiziert, daraus bereichsspezifische Ausgangssignale erzeugt sowie als temperaturabhängige Druckklassenzeithäufigkeit oder als druckabhängige Temperaturklassenzeithäufigkeit abgebildet werden.

An einem Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt die Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Meßdaten von n-Temperatur und m-Druckmeßstellen werden zyklisch über einen Multiplexer 1.1; 1.2 an je einen Analog-Digital-Umsetzer 2.1; 2.2 gegeben. Die digitalen Ausgangssignale dieser beiden Umsetzer 2.1; 2.2 gelangen als Adressen an je einen Klassifikator 3.1; 3.2. Die Klassifikatoren sind in dieser Anordnung durch Festwertspeicher (PRM) realisiert. Der Klassifikator ist dabei so programmiert, daß einem Eingangsadressenbereich a_0 bis a_x die Temperaturklasse 2 usw. entspricht. Analog entsprechen die Eingangsadressen b_0 bis b_x der Druckklasse 1, $b_x + 1$ bis b_y der Druckklasse 2 usw. Die aus dem Analog-Digital-Umsetzer 2.1; 2.2 kommenden digitalen Ausgangssignale (Temperatur- bzw. Druckmeßwerte) werden an Hand der Eingangsadressen a_i bzw. b_i im Klassifikator 3.1; 3.2 in die entsprechenden Temperatur- bzw. Druckklassen eingeordnet. Die für jedes Meßwertpaar zeitgleich ermittelte Temperatur- und Druckklasse steht in binär kodierter Form an den Ausgängen der Klassifikatoren 3.1; 3.2. Lassen sich Meßwerte nicht in die vorprogrammierten Temperatur- und Druckklassen einordnen, so werden sie von den Klassifikatoren 3.1; 3.2 bei zu hohen Werten als Grenzwertüberschreitung und bei zu niedrigen Werten als Meßstellenausfall registriert und auf der Anzeige 4 mit Kennzeichnung der Meßstellennummer dargestellt.

Die Signalisierung der Grenzwertüberschreitung bzw. des Meßstellenausfalls wird im Speicher 5 abgespeichert und bei der durch den Adressenzähler 8 gesteuerten zyklischen Abtastung der Meßstelle angezeigt.

Die Verknüpfung der im Ergebnis der Klassifizierung entstehenden Temperatur- und Druckklassenpaare erfolgt im Speicher 5. Dazu werden die Speicherplätze des Speichers 5 durch den Meßstellenzähler in n Teilbereiche für n Meßstellen aufgeteilt. Diese Teilbereiche sind nochmals in g Unterbereiche, die genau der Zahl der Temperaturklassen entspricht, aufgespalten. Jeder dieser Einzelbereiche enthält nun wiederum h Unterbereiche, wobei h genau der Anzahl der Druckklassen entspricht. Zur Darstellung der Temperatur-Druck-Klassenpaare sind im Speicher 5 genau $n \cdot g \cdot h$ Bereiche enthalten. Es ist aber auch möglich, die n Teilbereiche des Speichers 5 entsprechend den Ausgangssignalen des Druckklassifikators in h Unterbereiche mit jeweils g Temperaturklassen aufzuspalten. In diesem Fall wäre die Temperaturklasse der niederwertigere Adressenteil. Befindet sich eine Meßstelle 5 zum Zeitpunkt der zyklischen Abfrage im Temperaturbereich k und im Druckbereich 1, so wird der Inhalt des Speicherbereiches mit Adresse $sk1$ aus dem Speicher 5 ausgelesen, in einem Register 6 zwischengespeichert, im Rechenglied 7 um 1 erhöht und anschließend wieder in den Speicher 5 unter der Adresse $sk1$ eingeschrieben. Dadurch entsteht im Speicher 5 eine Abbildung der n, m Temperatur- und Druckmeßstellen ($n = m$ möglich) mit jeweils g Temperatur- und h Druckbereichen, die am Ende eines Meßablaufes (z.B. 3 Monate) eine Häufigkeitsverteilung der ermittelten Temperatur- und Druckklassenpaare oder umgekehrt widerspiegelt.

Über eine Anschlußsteuerung 10 sind die Daten über einen Lochbandleser bzw. über ein Magnetbandgerät 9 zu übernehmen und rechentechnisch auszuwerten.

Durch die Erfindung werden folgende Vorteile erreicht:

1. Durch die Verknüpfung von Temperatur- und Druckhäufigkeit pro Zeiteinheit sind die jeweiligen Beanspruchungsanteile eindeutig erfaßbar.
2. Infolge beliebiger Aufrüstbarkeit des Schreib-Lese-Speichers und der hohen Auswertegeschwindigkeit kann jeweils eine hohe Meßstellenanzahl verarbeitet und damit ein beliebig großer Überwachungsumfang realisiert werden.
3. Beliebige große Anzahl von Temperatur- und Druckklassen und je nach Anforderung variierbare Klassenbreite.
4. Realisierung betriebswichtiger Zusatzfunktionen, wie Signalisation von Grenzwertüberschreitungen, Meßstellenausfall, Kennzeichnung von stark lebensdauerverbrauchenden Betriebsphasen usw.
5. Hohe Störsicherheit.
6. Direkte rechentechnische Auswertbarkeit der Geräteausgabedaten (Primärdaten) zur Betriebsanalyse, Lebensdauerberechnung, Ausfallwahrscheinlichkeit usw. (Sekundärdaten).
7. Geringes Gewicht, geringes Volumen, Einpassung in vorhandene Anzeige- bzw. Registrarsysteme.
8. Preisgünstig und herstellungsgünstig durch Verwendung handelsüblicher mikroelektronischer Bauelemente.

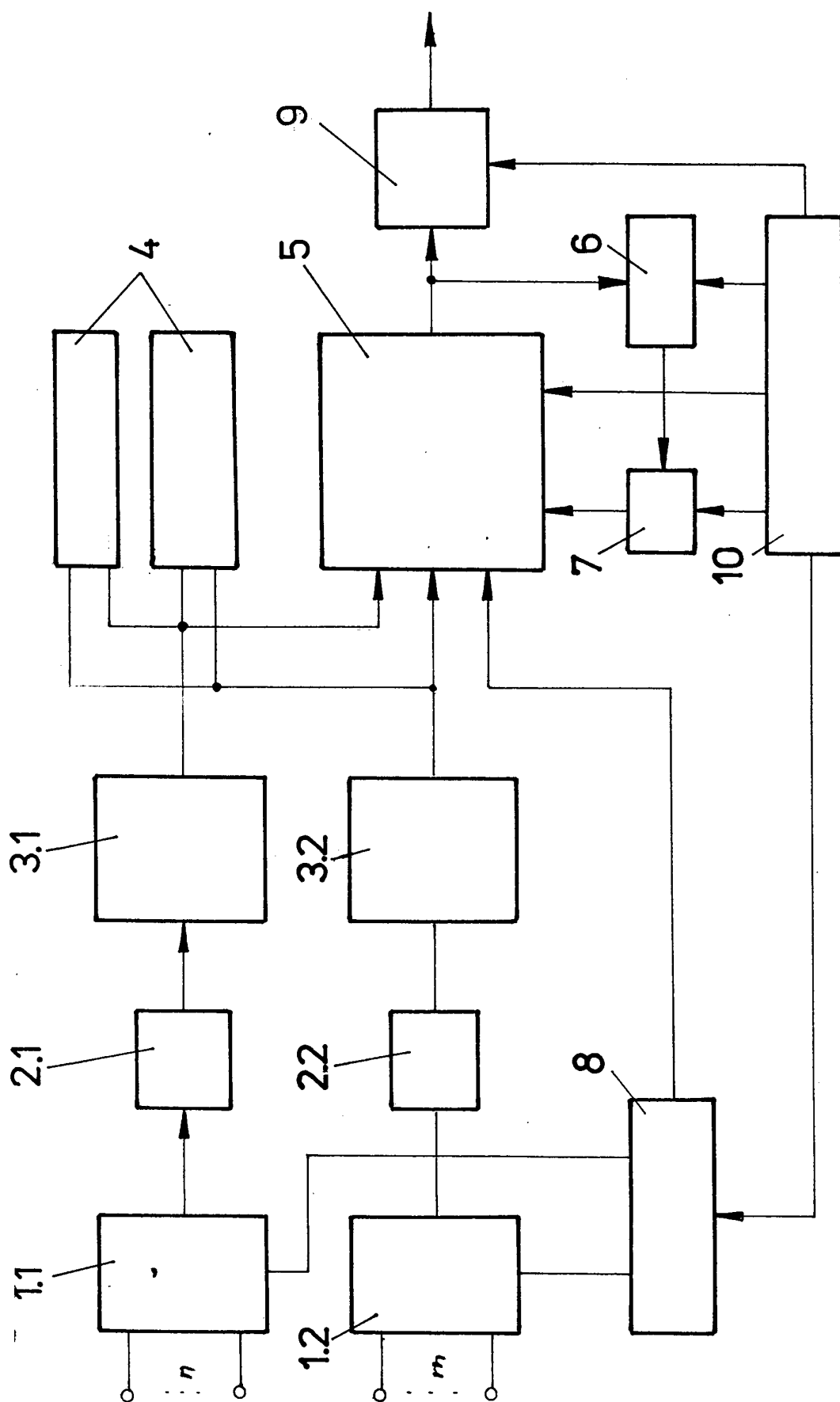


Fig.1