

(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

ISSN 0433 6461

(11)

213 539

Int.Cl.³

3(51)

G 07 C 3/00

G 01 D 1/14

G 01 M 15/00

G 08 C 13/02

G 06 F 15/46

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 07 C/ 2477 060

(22) 04.02.83

(44) 12.09.84

(71) ORGREB-INSTITUT FUER KRAFTWERKE, VETSCHAU, DD
(72) GRABIG, JUERGEN, DR.-ING.;DD;

(54) VERFAHREN ZUR LEBENSDAUERUEBERWACHUNG HOCHBEANSPRUCHTER BAUTEILE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lebensdauerüberwachung hochbeanspruchter Bauteile. Zur Ermittlung lebensdauerbeeinflussender Häufigkeit sollen thermische und mechanische Beanspruchungsteile pro Zeiteinheit berücksichtigt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß Temperatur- und Druckwerte paarweise klassifiziert, daraus bereichsspezifische Ausgangssignale erzeugt sowie als temperaturabhängige Druckklassenzeithäufigkeit oder als druckabhängige Temperaturklassenzeithäufigkeit abgebildet werden. Fig. 1

(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

213 539

ISSN 0433 6461

(11)

Int.Cl.³ 3(51) G 07 C 3/00
G 01 D 1/14
G 01 M 15/00
G 08 C 13/02
G 06 F 15/46

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 07 C/ 2477 060

(22) 04.02.83

(44) 12.09.84

(71) ORGREB-INSTITUT FUER KRAFTWERKE, VETSCHAU, DD
(72) GRABIG, JUERGEN, DR.-ING., DD;

(54) VERFAHREN ZUR LEBENSDAUERUEBERWACHUNG HOCHBEANSPRUCHTER BAUTEILE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lebensdauerüberwachung hochbeanspruchter Bauteile. Zur Ermittlung lebensdauerbeeinflussender Häufigkeit sollen thermische und mechanische Beanspruchungsteile pro Zeiteinheit berücksichtigt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß Temperatur- und Druckwerte paarweise klassifiziert, daraus bereichsspezifische Ausgangssignale erzeugt sowie als temperaturabhängige Druckklassenzeithäufigkeit oder als druckabhängige Temperaturklassenzeithäufigkeit abgebildet werden. Fig. 1

Zur PS Nr. 213539.....
ist eine Zweitschrift erschienen.
(Patent (beschränkt) aufrechterhalten nach § 12 Abs. 3 ErstrG)

Titel der Erfindung

Verfahren zur Lebensdauerüberwachung hochbeanspruchter Bauteile

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lebensdauerüberwachung hochbeanspruchter Bauteile.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

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 und durch zeitgleiche Berechnung der Materialbeanspruchungen und Vergleich mit zulässigen Werten Informationen zur beanspruchungsoptimalen Betriebsweise abgeleitet werden.

Der Nachteil dieser Verfahren besteht darin, daß sie zur Erfüllung ihrer umfangreichen Überwachungs-, Steuerungs- und Führungsfunktionen einen direkt mit dem Prozeß gekoppelten Prozeß- bzw. Mikrorechner einschließlich der zugehörigen Meß- und Registriertechnik benötigen. In kleineren Anlagen ist eine solche Technik meist nicht verfügbar.

Es ist weiterhin eine Anordnung bekannt, bei der die Betriebstemperaturen in konstanten Zeitzyklen klassifiziert und summiert werden. 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. Von Nachteil ist jedoch, daß zur Einschätzung der Betriebsweise und zur Lebensdauerüberwachung nur die Temperatur zur Verfügung steht. 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 Lebensdauerauswertung, z. B. auf der Grundlage der linearen Schadensakkumulation

$$\epsilon = \sum \frac{T_i}{T_B(\sigma, t)} \cdot t_i ; \quad \sigma = \sigma(p)$$

durchgeführt werden kann.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine kontinuierliche, prozeßrechner-unabhängige Betriebs- und Lebensdauerüberwachung 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.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in Abhängigkeit thermischer und mechanischer Beanspruchungsanteile eine lebensdauerbeeinflussende Häufigkeit pro Zeiteinheit 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.

Ausführungsbeispiel

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 (PROM) 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 Grenzwertüber-

schreitung und bei zu niedrigen Werten als Meßstellenausfall registriert und auf der Anzeige 4 mit Kennzeichnung der Meßstellenummer 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 l , so wird der Inhalt des Speicherbereiches mit der Adresse skl 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 skl 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 Druckhäufigkeiten pro Zeiteinheit sind die jeweiligen Beanspruchungsanteile eindeutig erfaßbar.
2. Infolge beliebiger Aufrüstbarkeit des Schreib-Lose-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, Meßstellen-ausfall, Kennzeichnung von stark lebensdauerverbrauchenden Betriebsphasen usw.
5. Höhe Störsicherheit.
6. Direkte rechentechnische Auswertbarkeit der Geräteausgabedaten (Primärdaten) zur Betriebsanalyse, Lebensdauerberechnung, Ausfallwahrscheinlichkeit usw. (Sekundärdaten).
7. Geringes Gewicht, geringes Volumen, Einpassung in vorhandene Anzeige- bzw. Registriersysteme.
8. Preisgünstig und herstellungsgünstig durch Verwendung handelsüblicher mikroelektronischer Bauelemente.

Erfindungsanspruch

1. 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 Blatt Zeichnung

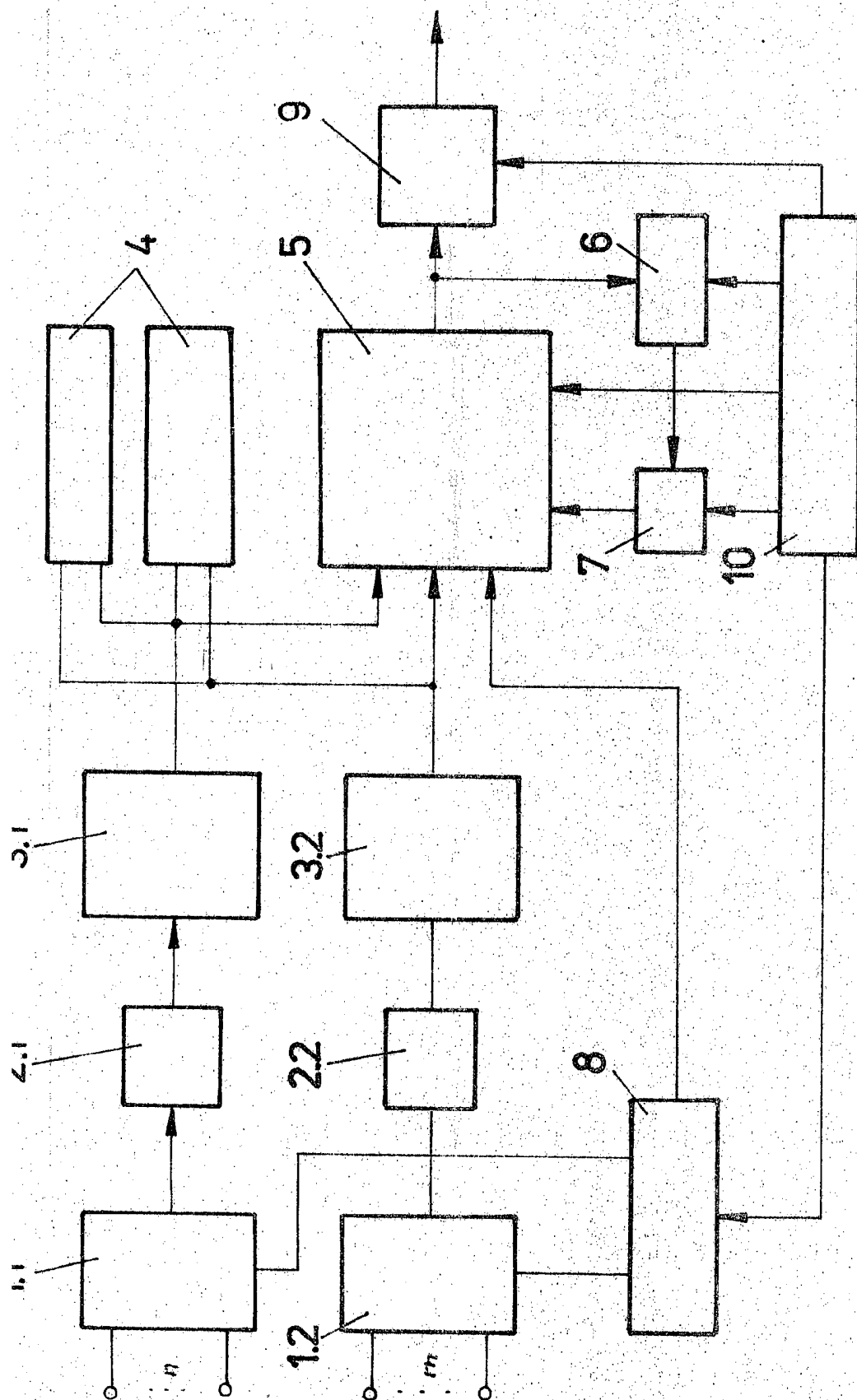


Fig.1