



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 937 194 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.02.2002 Patentblatt 2002/07

(21) Anmeldenummer: **97949887.0**

(22) Anmeldetag: **07.11.1997**

(51) Int Cl.7: **F01D 21/12, F01D 19/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE97/02607

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/21451 (22.05.1998 Gazette 1998/20)

(54) **TURBINENLEITEINRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES LASTWECHSELVORGANGS EINER TURBINE**

TURBINE CONTROL DEVICE AND METHOD FOR REGULATING THE LOAD ALTERNATION PROCESS IN A TURBINE

DISPOSITIF DE COMMANDE DE TURBINE ET PROCEDE DE REGULATION DU CYCLE D'EFFORT D'UNE TURBINE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI

(30) Priorität: **08.11.1996 DE 19646182**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.08.1999 Patentblatt 1999/34

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **GOBRECHT, Edwin
D-40885 Ratingen (DE)**

• **LANGBEIN, Rolf
D-44879 Bochum (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A- 390 947 DE-A- 1 426 262
DE-A- 2 605 689 DE-A- 2 805 303
US-A- 4 121 424 US-A- 4 228 359
US-A- 4 575 803

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 223 (M-411), 10.September 1985 & JP 60 081406 A (TOSHIBA KK), 9.Mai 1985,**

EP 0 937 194 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenleiteinrichtung sowie ein Verfahren zur Regelung eines Lastwechselforgangs einer Turbine, insbesondere einer Dampfturbine, wobei eine Berücksichtigung einer maximal zulässigen Materialbeanspruchung während des Lastwechselforgangs erfolgt.

[0002] In dem Artikel "Digital Computer Control System for Turbine Start-Up" von N. Honda, Fh. Kavano, J. Matsumura in Hitachi Review, Vol. 27, No. 7/1978, sind ein Computersystem sowie ein Verfahren zur Durchführung eines beschleunigten Anfahrprozesses einer Dampfturbine beschrieben. Der Anfahrvorgang wird hierbei über thermische Spannungen als Regelgrößen geregelt, die vorausberechnet werden und als Regelgrößen für das Hochfahren der Turbinendrehzahl und das Ankoppeln der Turbine an den Generator zur Lastabgabe dienen. Der Anfahrvorgang wird in viele kleine Zeitschritte unterteilt, wobei für jeden Zeitschritt die Temperaturverteilung entlang der Turbinenwelle durch Lösung einer partiellen Differentialgleichung gelöst wird. Sind die daraus berechneten thermischen Spannungen in einem erlaubten Rahmen, so wird ein zugehöriges Signal an eine Turbinendrehzahlregelung oder eine Leistungsregelung übertragen, abhängig davon, ob die Turbine sich in einer Beschleunigungsphase befindet, bei der die Drehgeschwindigkeit der Welle erhöht wird, oder ob die Turbine in einer Leistungsankopplungsphase ist, bei der die Turbine an den Generator geschaltet und zur gewünschten Leistung hochgefahren wird. Das Verfahren sowie das dazugehörige Computersystem dienen dem Erreichen einer möglichst kurzen Anfahrzeit unter Berücksichtigung der für eine bestimmte Starthäufigkeit zulässigen Materialbeanspruchungen.

[0003] In dem Artikel "Temperaturleitgerät für Kraftwerksturbinen" von P. Martin et al in BWK, Band 36, Nr. 12/1984, ist eine Vorrichtung beschrieben, durch die eine Überwachung der Beanspruchung ausgewählter Turbinenteile erfolgt. Mit der Vorrichtung erfolgt eine Regelung jedes Startvorganges einer Turbine, so daß die Ermüdung des Materials über die zu erwartende Betriebszeit der Turbine unter einem kritischen Wert verbleibt. Es wird hierbei vorausgesetzt, daß eine Turbine während ihrer Einsatzdauer etwa 4.000 Anfahrvorgänge durchläuft, von denen etwa 3.000 Heißstarts, 700 Warmstarts und 300 Kaltstarts sind. Für die Regelung vorgegeben sind die Zielleistung sowie der Soll-Leistungstransient. Unter Berücksichtigung der gemessenen Drehzahl werden die Wärmeübergänge von Dampf auf das Läufermaterial, daraus die Temperaturverteilung in dem Läufer und daraus wiederum ein Spannungswert als Überlagerung thermischer und mechanischer Spannungen bestimmt. Aus der Gesamtspannung innerhalb des Läufers sowie der Ventilgehäuse werden Ermüdungsgradanteile aus Zeitstand- und Dehnungswechselbeanspruchung berechnet und zu dem

gesamten Ermüdungsgrad summiert, welcher täglich protokolliert wird. Die berechneten Spannungswerte dienen der Regelung des Anfahrprozesses, wobei die Soll-Temperaturtransienten als begrenzend vorgegeben werden.

[0004] Im Artikel "Turbinenleitnehmer zur thermischen Überwachung von Dampfturbinen" von E. Gelleri und F. Zerrmayr in Siemens-Energietechnik 4, Heft 2/1982, ist ein Turbinenleitnehmer beschrieben, bei dem Anfahr- und Leistungsänderungsgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Werkstoffermüdung kontrolliert und gleichzeitig die verursachte Werkstoffermüdung erfaßt wird. Als Maß für die Wärmebeanspruchung dient die Differenz zwischen einer mittleren Temperatur T_m und der Oberflächentemperatur T_1 eines Bauteils. Zur Anpassung der Regelung an unterschiedliche Anfahr- und Abfahrvorgänge sowie bei Leistungsänderungen von festdruckbetriebenen Turbinen sind drei unterschiedlichen Regelungsmoden vorgesehen, die einer schnellen, einer mittleren und einer langsameren Änderung entsprechen. Je nach Modus ist eine maximal zulässige Temperaturdifferenz ($T_m - T_1$) in Abhängigkeit der mittleren Temperatur T_m vorgegeben. Durch den Turbinenleitnehmer wird die jeweils aktuelle Temperaturdifferenz bestimmt und daraus der Freibetrag zur maximal zulässigen Temperaturdifferenz berechnet. Neben der Ermittlung des momentanen Freibetrages wird auch eine Vorschau auf den zu erwartenden Verlauf des Freibetrages durchgeführt. Aus diesen beiden Werten wird eine Leitgröße gebildet, mit der über eine Sollwertführung für Drehzahl und Leistung die Anfahr- und Belastungsgeschwindigkeit frühzeitig verändert und damit eine Anpassung an die Dynamik des Anlageverhaltens erreicht wird. Betriebsbegleitend zur Regelung eines Anfahr- oder Abfahrvorgangs sowie eines Leistungsänderungsvorgangs wird der Lebensdauerverbrauch aus Dehnungswechselermüdung berechnet, so daß rechtzeitig und vorausschauend ermittelt werden kann, wann der Zeitpunkt erreicht sein wird, an dem eine genaue Inspektion der Turbine nötig ist. Der Anfahrmodus "normal" entspricht gerade einem solchen Anfahrmodus, durch den sicher 4.000 Lastwechsel der Turbine möglich sind. Der Anfahrmodus "schnell" führt zu einer höheren Belastung entsprechend etwa 800 möglichen Lastwechseln, und der Anfahrmodus "langsam" führt zu einer geringeren Materialermüdung, so daß hierbei etwa 10.000 Lastwechsel sicher möglich sind.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Turbinenleiteinrichtung zur Regelung eines Lastwechselforgangs einer Turbine anzugeben, durch die unter Berücksichtigung einer maximal zulässigen Materialbeanspruchung eine flexible, den betrieblichen Anforderungen zur Erzeugung elektrischer Energie entsprechende Änderung der Betriebsbedingungen der Turbine erreichbar ist. Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes Verfahren zur Regelung eines Lastwechselforgangs einer Turbine anzugeben.

[0006] Die auf eine Turbinenleiteinrichtung gerichtete

Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und die auf ein Verfahren zur Regelung eines Lastwechsellvorgangs einer Turbine gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 7 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Turbinenleit-einrichtung sowie des Verfahrens sind in den Unteran-sprüchen angegeben.

[0008] Vorteil einer erfindungsgemäßen Turbinenleit-einrichtung ist die mittelbare oder unmittelbare Vorgabe der gewünschten Zeit für das An- und Abfahren und das Leistungsändern des Turbosatzes unter Berücksichti-gung physikalischer Grenzwerte.

[0009] Zur Zuführung einer Zeitgröße kann eine Ein-gabeeinrichtung, eine Anwahleinrichtung, vorgesehen sein. Dieser ist eine Größe für eine variable Vorgabe der Zeitdauer des Lastwechsellvorgangs zuführbar, welche Größe insbesondere bereits die Zeitdauer selbst sein kann. Für die Durchführung des Lastwechsellvorgangs wird vorzugsweise eine individuell für jeden Lastwech-selvorgang flexibel vorgebbare Zeitdauer bestimmt. Die Zeitdauer kann frei ausgewählt werden, also jeden phy-sikalisch sinnvollen Wert annehmen. Sie kann stufenlos auf jeden physikalisch und betrieblich sinnvollen Wert eingestellt werden. Somit kann betreiberseits je nach Anforderung, insbesondere im Hinblick auf die erforder-liche Bereitstellung von elektrischer Energie, die Dauer für einen Lastwechsel von einem Anfangszustand zu ein-tem Zielzustand vorgegeben werden. Für die Regelung des Lastwechsellvorgangs, welcher ein An- oder Abfahr-vorgang sowie ein Leistungsänderungsvorgang sein kann, wird unter Vorgabe der Zeitdauer eine Turbinen-leitgröße in der Begrenzungseinheit bestimmt, die als Funktion der Zeit in der Zeitdauer zwischen Verlassen des Anfangszustandes und Erreichen des Zielzustan-des ermittelt wird. Diese Turbinenleitgröße hängt neben der vorgewählten Zeitdauer (Anfahrzeit, Abfahrzeit, La-ständerungszeit) vorzugsweise auch noch von der Aus-gangstemperatur zum Zeitpunkt des Anfangszustandes und der Endtemperatur zum Zeitpunkt des Zielzustan-des, der Bauteilgeometrie, dem verwendeten Werkstoff, dem Dampfzustand und dem Temperaturniveau ab. Mit der Bestimmung der Turbinenleitgröße erfolgt beispie-lsweise bei einem Anfahrang eine Festlegung der Fort-schaltkriterien für das Hochfahren der Drehzahl von An-wärmdrehzahl auf Nennndrehzahl, das anschließende Synchronisieren und die Mindest-Leistungsaufnahme. Hierzu werden Turbinenparameter, wie Turbinendreh-zahl, Dampfdruck, Temperatur und Leistung, über die Turbinenleitgröße mit Hilfe einer Sollwertfunktion geän-dert (geregelt, gesteuert).

[0010] Die Turbinenleit-einrichtung weist vorzugswei-se eine Erschöpfungseinheit auf, in der eine Ermittlung der Materialerschöpfung des entsprechend der Turbin-enleitgröße durchzuführenden Lastwechsellvorgangs erfolgt. Die Erschöpfungseinheit kann die zusätzliche Materialerschöpfung vorab berechnen, so daß anhand dieser Materialerschöpfung und der noch gewünschten

Betriebsdauer der Turbine manuell oder automatisch entschieden werden kann, ob der Lastwechsellvorgang tatsächlich in der gewünschten Zeitdauer durchgeführt werden soll. Hierzu wird die zu erwartende Materialer-müdung vorzugsweise über ein Ausgabemedium, wie beispielsweise einen Bildschirm, einen Drucker etc., dargestellt. Die Erschöpfungseinheit dient vorzugswei-se auch der Ermittlung der Materialerschöpfung, wenn der Lastwechsellvorgang tatsächlich in der gewünsch-ten Zeitdauer durchgeführt wurde. Die Werte der zu-sätzlichen Materialerschöpfung können ebenfalls über ein entsprechendes Ausgabemedium dargestellt sowie in einem Speichermedium, insbesondere einem Spei-chermedium eines Computersystems, abgespeichert werden. Somit ist zu jedem Zeitpunkt eine Information über die Erschöpfung des Materials und damit über die Restbetriebsdauer der Turbine bekannt. Hierdurch las-sen sich zukünftige Lastwechsellvorgänge jeweils wie-derum mit einer entsprechend flexibel vorwählbaren Zeitdauer durchführen, wobei bei bereits hoher Materia-lerschöpfung eine materialschonendere Durchführung des Lastwechsels (längere Zeitdauer) oder bei noch hinreichend großer Reserve (geringer Materialerschöp-fung) ein schneller Lastwechsel (kurze Zeitdauer) durchführbar ist.

[0011] Die Turbinenleit-einrichtung weist vorzugswei-se eine Regeleinheit und/oder eine Steuereinheit auf, die jeweils mit einem Stellglied der Turbine zur Rege-lung und/oder Steuerung des Lastwechsellvorgangs verbindbar ist. Bei einer Dampfturbine ist das Stellglied vorzugsweise ein Ventil, durch welches der Zustrom an heißem Dampf einstellbar ist.

[0012] Zur Ermittlung der tatsächlichen Beanspru-chung weist die Turbinenleit-einrichtung vorzugsweise eine Beanspruchungseinheit auf, der Systemwerte, wie Druckwerte oder Temperaturwerte der Turbine, zuführ-bar sind. Diese Beanspruchungseinheit ist mit der Er-schöpfungseinheit und/oder der Begrenzungseinheit verbunden. Die in der Beanspruchungseinheit verarbei-teten oder weitergeleiteten Systemwerte werden der Begrenzungseinheit zugeführt, so daß ein Vergleich zwischen Sollwert und Istwert der Turbinenleitgröße durchführbar ist und bei einer entsprechenden Abwei-chung ein Regeleingriff, d.h. eine Betätigung des Stell-gliedes, durchgeführt wird. In der Erschöpfungseinheit erfolgt anhand der Systemwerte eine Ermittlung der zu-sätzlichen Materialerschöpfung, welche - wie bereits er-wähnt - gespeichert oder angezeigt werden kann.

[0013] Die Turbinenleitgröße stellt vorzugsweise ein Maß für die Materialermüdung dar. Die Materialermü-dung wird während des Lastwechsellvorgangs weitge-hend konstant gehalten. Die Turbinenleitgröße kann hierbei die Temperaturdifferenz zwischen einer mittlere-n Bauteiltemperatur und einer Oberflächenbauteil-temperatur, insbesondere der Turbinenwelle oder des Turbinengehäuses, sein, wie es beispielsweise in dem obengenannten Artikel "Turbinenleit-rechner zur thermi-schen Überwachung von Dampfturbinen" beschrieben

ist. Durch eine Grenzwertvorgabe für die Turbinenleitgröße wird gewährleistet, daß zum einen die Materialbeanspruchung während des Lastwechselvorgangs unter einer kritischen Grenze bleibt sowie daß zum anderen Temperaturdehnungen in einem erforderlichen Rahmen bleiben, so daß beispielsweise eine Überbrückung eines Spiels zwischen zwei Komponenten der Turbine sowie Verkrümmungen vermieden werden.

[0014] In der Beanspruchungseinheit werden vorzugsweise Systemwerte an verschiedenen Stellen der Turbine sowie an verschiedenen Bauteilen (Turbinenwelle, Ventile, Kessel etc.) bestimmt. Hierdurch können für verschiedene Bauteile der Turbine die aufgetretenen Ermüdungsanteile jeweils getrennt in der Erschöpfungseinheit erfaßt und daraus kann eine gesamte Erschöpfung der Turbine bzw. einzelner Bauteile ermittelt und gespeichert werden.

[0015] Es versteht sich, daß die Turbinenleitvorrichtung als Ganzes oder daß einzelne Einheiten als Rechnerprogramm, als elektronisches Bauteil oder als Schaltung sowie auf einem Mikroprozessor vorliegen kann bzw. können.

[0016] Ausführungsbeispiele der Turbinenleiteinrichtung sowie des Verfahrens zur Regelung und/oder Steuerung eines Lastwechselvorgangs einer Dampfturbine werden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

FIG 1 in einer schematischen Darstellung eine Dampfturbine mit einer Turbinenleiteinrichtung sowie

FIG 2 einen Temperaturverlauf an der Turbinenwelle während der Zeitdauer des Lastwechselvorgangs.

[0017] In Figur 1 ist schematisch eine Dampfturbine 7 mit einem daran angeschlossenen Generator 13 und mit einer Turbinenleiteinrichtung 1 dargestellt. Der Turbinenleiteinrichtung 1 ist ein Signal oder eine Größe 20 für die gewünschte Zeitdauer t_v eines Lastwechselvorgangs zuführbar (z.B. über eine Eingabeeinrichtung), wie durch den Pfeil 20 angedeutet. Das der Zeitdauer t_v entsprechende Signal wird einer Begrenzungseinheit 3 zugeleitet. In der Begrenzungseinheit 3 erfolgt unter Berücksichtigung von Daten aus einer mit der Begrenzungseinheit 3 verbundenen Erschöpfungseinheit 4 eine Bestimmung einer jeweiligen Turbinenleitgröße VAR abhängig von der Zeitdauer t_v , so daß eine Regelung des Lastvorganges von einem Anfangszustand A_{in} einen Zielzustand Z durchführbar ist. Dies ist vergrößert in Figur 2 dargestellt. Die Turbinenleitgrößen VAR werden für die verschiedenen zu überwachenden Bauteile, wie Ventilgehäuse, Turbinengehäuse und Turbinenwelle, gebildet und stellen Temperaturdifferenzen der Temperatur T_0 zwischen der jeweiligen Oberfläche und einer integralen mittleren Temperatur T_m des jeweiligen Bauteils dar. Jede Turbinenleitgröße VAR stellt als Temperaturdifferenz zwischen den beiden Temperaturen ($T_0 -$

T_m) ein Maß für die Thermospannung bzw. die thermische Dehnung und somit für die Wechselbeanspruchungsermüdung dar. Die Turbinenleitgrößen VAR werden über die Zeitdauer t_v so ermittelt, daß während der gesamten Zeitdauer t_v eine konstante Ermüdung und damit eine konstante Zunahme der Erschöpfung auftritt. Figur 2 zeigt den Verlauf für einen Anfahrvorgang, bei dem die mittlere Temperatur T_m kleiner als die Oberflächentemperatur T_0 ist. Bei einem Abfahrvorgang (nicht gezeigt) ist die mittlere Temperatur T_m größer als die Oberflächentemperatur T_0 .

[0018] Die Begrenzungseinheit 3 ist mit der Erschöpfungseinheit 4 verbunden, so daß letzterer die vorausbestimmten Werte der Turbinenleitgrößen VAR zuführbar sind. In der Erschöpfungseinheit 4 erfolgt eine Vorausberechnung der durch den Lastwechselvorgang hervorgerufenen zusätzlichen Ermüdung. Diese zusätzliche Ermüdung wird auch an einem Ausgabemedium 11, welches mit der Erschöpfungseinheit 4 verbunden ist, dargestellt. Das Ausgabemedium 11 kann beispielsweise ein Monitor sein, der in der (nicht dargestellten) Warte des die Turbine 7 beinhaltenden Kraftwerkes angeordnet ist.

[0019] Der Differenzwert aus der Turbinenleitgröße VAR und der gemessenen Temperaturdifferenz ($T_0 - T_m$) des Bauteils wird einer Sollwertführungsfunktionseinheit 2 zugeführt. Entsprechend dieser Differenz ($T_0 - T_m$) wird in der Sollwertführungsfunktionseinheit 2 die zulässige Drehzahl- und Leistungsänderung ermittelt. Von dort gelangt ein Signal zur Änderung der Turbinendrehzahl und Leistung zu einer Regeleinheit 5, über die ein Stellglied 6, insbesondere ein Dampfventil, der Turbine 7 betätigt wird. Entsprechend der Turbinenleitgröße VAR wird somit die Zuströmung an Dampf in die Turbine 7 hinein eingestellt, wodurch auch mittelbar eine Regelung der Oberflächentemperatur T_0 und der mittleren Temperatur T_m , insbesondere der Turbinenwelle, erfolgt. Die Systemwerte der Turbine 7, insbesondere die Dampftemperatur, die Bauteiletemperatur sowie die Dampfdrücke, werden durch nicht dargestellte Meßelemente, beispielsweise Thermoelemente, erfaßt und in einer Temperaturmeßeinheit 9 aufgenommen. Diese Temperaturmeßeinheit 9 ist mit der Beanspruchungseinheit 8 verbunden und überträgt die ermittelten Systemwerte an diese. In der Beanspruchungseinheit 8 erfolgt eine Auswertung der Systemwerte, insbesondere eine Berechnung der Oberflächentemperatur T_0 und der mittleren Temperatur T_m der Turbinenwelle. Diese Werte werden an die Begrenzungseinheit 3 und/oder an die Erschöpfungseinheit 4 übertragen. In der Begrenzungseinheit 3 erfolgt ein Vergleich zwischen dem zuvor, insbesondere in der Begrenzungseinheit 3, bestimmten Sollwert und dem in der Beanspruchungseinheit 8 ermittelten Ist-Wert der Turbinenleitgröße VAR. Bei Abweichungen zwischen Ist- und Sollwert erfolgt mittels Sollwertführungsfunktion über die Regeleinheit 5 ein entsprechender Stelleingriff in das Stellglied 6. In der Erschöpfungseinheit 4 wird aus den Werten der Be-

anspruchseinheit 8 die zusätzliche Erschöpfung, d. h. Materialermüdung, durch den tatsächlich durchgeführten Lastwechsellvorgang bestimmt. Diese Erschöpfung wird zum einen auf dem Ausgabemedium 11 angezeigt und zum anderen gegebenenfalls mit zusätzlichen Systemwerten der Turbine 7 in einem Speichermedium 10, insbesondere einem Festspeicher einer Computeranlage oder einem anderen Datenträger, gespeichert.

[0020] Die Erfindung zeichnet sich durch eine Turbinenleiteinrichtung aus, die zeitorientiert, insbesondere anfahrzeitorientiert, arbeitet, wobei die Zeitdauer eines Lastwechsellvorgangs stufenlos im Rahmen einer maximal zulässigen Materialbelastung einstellbar ist. Durch die Möglichkeit, Lastwechsellvorgänge in den gewünschten Zeiten t_v einzustellen, lassen sich Lastwechsellvorgänge zeitlich besonders vorteilhaft an die Bereitstellungsanforderungen anpassen. Zudem ermöglicht die Turbinenleiteinrichtung eine vorausschauende und jederzeit aktuelle Lebensdauerüberwachung. Die aufgelaufene Ermüdung der überwachten Turbinenbauteile wird durchgängig erfaßt.

Patentansprüche

1. Turbinenleiteinrichtung (1) zur Regelung eines Lastwechsellvorgangs einer Turbine (7) mit einer Begrenzungseinheit (3), welcher eine Größe für eine variable Vorgabe der Zeitdauer t_v des Lastwechsellvorgangs zuführbar ist und in welcher die Bestimmung einer Turbinenleitgröße (VAR) zur Durchführung des Lastwechsellvorgangs in der Zeitdauer t_v erfolgt unter Berücksichtigung einer maximal zulässigen Materialbeanspruchung.
2. Turbinenleiteinrichtung (1) nach Anspruch 1 mit einer Erschöpfungseinheit (4), die insbesondere der Vorab-Ermittlung der Materialerschöpfung des entsprechend der Turbinenleitgröße (VAR) durchzuführenden Lastwechsellvorgangs dient.
3. Turbinenleiteinrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2 mit einer Regeleinheit (5), der der aktuelle Wert der Turbinenleitgröße (VAR) zuführbar ist und die mit einem Stellglied (6) der Turbine (7) zur Regelung des Lastwechsellvorgangs verbunden ist.
4. Turbinenleiteinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Beanspruchungseinheit (8), der Systemwerte, wie Druck oder Temperatur, der Turbine (7) zuführbar sind, und die mit der Erschöpfungseinheit (4) und/oder der Begrenzungseinheit (3) verbunden ist.
5. Turbinenleiteinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Erschöpfungseinheit (4) mit einem Speichermedium (10) und/oder

einem Ausgabemedium (11) verbunden ist.

6. Turbinenleiteinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der in der Begrenzungseinheit (3) die Bestimmung der Turbinenleitgröße (VAR) zur Durchführung des Lastwechsellvorgangs so erfolgt, daß sie ein Maß für die Materialermüdung, insbesondere eine die Materialermüdung charakterisierende Temperaturdifferenz ist, und die Materialermüdung während des Lastwechsellvorgangs weitgehend konstant bleibt.
7. Verfahren zur Regelung eines in einer Zeitdauer t_v durchzuführenden Lastwechsellvorgangs einer Turbine (7) und zur Ermittlung der Materialerschöpfung, bei dem unter Berücksichtigung der Prozeß- und Materialparameter vorab eine die während des Lastwechsellvorgangs auftretende Materialerschöpfung charakterisierende Turbinenleitgröße (VAR) bestimmt und eine Turbinenregelung während der Zeitdauer t_v über die Turbinenleitgröße (VAR) durchgeführt wird, so daß die Turbine (7) in der Zeitdauer t_v von einem Ausgangszustand (A) in einen Endzustand (Z) überführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Turbinenleitgröße (VAR) so bestimmt wird, daß die Materialermüdung als über die Zeitdauer t_v im wesentlichen konstant gehalten wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem zumindest ein Turbinenparameter, wie Turbinendrehzahl, Dampfdruck, Temperatur oder Leistung, durch Einbeziehung der Turbinenleitgröße (VAR) geregelt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem die durch den Lastwechsellvorgang zu erwartende zusätzliche Materialermüdung vorab angezeigt wird.

Claims

1. Turbine control device (1) for regulating a load alternation process of a turbine (7), with a limiting unit (3), to which a variable can be supplied for variable prescription of the time duration t_v of the load alternation process and in which a turbine guide variable (VAR) is determined for carrying out the load alternation process in the time duration t_v , taking a maximum permissible material stress into account.
2. Turbine control device (1) according to claim 1, with an exhaustion unit (4), which is used in particular to determine in advance the material exhaustion of the load alternation process to be carried out according to the turbine guide variable (VAR).

3. Turbine control device (1) according to claim 1 or 2, with a regulating unit (5), to which the current value of the turbine guide variable (VAR) can be supplied and which is connected to a controlling element (6) of the turbine (7) for regulating the load alternation process. 5
4. Turbine control device (1) according to any of the preceding claims, with a stress unit (8), to which system values, such as pressure or temperature, of the turbine (7) can be supplied, and which is connected to the exhaustion unit (4) and/or the limiting unit (3). 10
5. Turbine control device (1) according to any of the preceding claims, in which the exhaustion unit (4) is connected to a storage medium (10) and/or an output medium (11). 15
6. Turbine control device (1) according to any of the preceding claims, in which the turbine guide variable (VAR) for carrying out the load alternation process is determined in the limiting unit (3) in such a way that it is a measure for the material fatigue, in particular a temperature difference characterizing the material fatigue, and the material fatigue remains largely constant during the load alternation process. 20
7. Method for regulating a load alternation process of a turbine (7) to be carried out in a time duration t_v and for determining the material exhaustion, in which, taking the process and material parameters into account, a turbine guide variable (VAR) characterizing the material exhaustion occurring during the load alternation process is determined in advance and turbine regulation is carried out during the time duration t_v via the turbine guide variable (VAR), so that the turbine (7) is transferred in the time duration t_v from an initial state (A) to a final state (Z). 25
8. Method according to claim 7, in which the turbine guide variable (VAR) is determined such that the material fatigue is kept basically constant over the time duration t_v . 30
9. Method according to claim 7 or 8, in which at least one turbine parameter, such as turbine speed, steam pressure, temperature or power capacity, is regulated taking the turbine guide variable (VAR) into account. 35
10. Method according to any of claims 7 to 9, in which the additional material fatigue to be expected due to the load alternation process is displayed in advance. 40

Revendications

1. Dispositif (1) de commande de turbine, destiné à réguler un cycle d'effort d'une turbine (7), comprenant une unité (3) de limitation, à laquelle peut être envoyée une grandeur pour une prescription variable de la durée t_v du cycle de charge et dans laquelle s'effectue la détermination d'une grandeur (VAR) de commande de turbine pour effectuer le cycle d'effort dans la durée t_v , en tenant compte d'une sollicitation maximum admissible du matériau. 45
2. Dispositif (1) de commande de turbine suivant la revendication 1, comprenant une unité (4) d'épuisement, qui sert notamment à la détermination préalable de l'épuisement du matériau du cycle d'effort s'effectuant en fonction de la grandeur (VAR) de commande de la turbine. 50
3. Dispositif (1) de commande de turbine suivant la revendication 1 ou 2, comprenant une unité (5) de régulation, à laquelle peut être envoyée la valeur instantanée de la grandeur (VAR) de commande de la turbine et qui est reliée à un élément (6) d'actionnement de la turbine (7) pour réguler le cycle d'effort. 55
4. Dispositif (1) de commande de turbine suivant l'une des revendications précédentes, comprenant une unité (8) de sollicitation, à laquelle peuvent être envoyées des valeurs de système comme la pression ou la température de la turbine (7) et qui est reliée à l'unité (4) d'épuisement et/ou à l'unité (3) de limitation. 60
5. Dispositif (1) de commande de turbine suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité (4) d'épuisement est reliée à un support (10) de mémoire et/ou à un moyen (11) d'émission. 65
6. Dispositif (1) de commande de turbine suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel la détermination de la grandeur (VAR) de commande de la turbine a lieu dans l'unité (3) de limitation pour effectuer le cycle de charge, de façon qu'elle soit une mesure de la fatigue du matériau, notamment qu'elle soit une différence de température caractérisant la fatigue du matériau, et la fatigue du matériau reste sensiblement constante pendant le cycle d'effort. 70
7. Procédé de régulation d'un cycle d'effort d'une turbine (7) s'effectuant en une durée t_v et de détermination de l'épuisement du matériau, dans lequel, en tenant compte des paramètres du procédé et du matériau, on détermine au préalable une grandeur (VAR) de commande de turbine caractérisant l'épuisement du matériau se produisant pendant le cycle 75

de charge et on effectue une régulation de la turbine pendant la durée t_v par l'intermédiaire de la grandeur (VAR) de commande de turbine, de sorte que la turbine (7) passe dans la durée t_v d'un état (A) initial à un état (Z) final.

5

8. Procédé suivant la revendication 7, dans lequel on détermine la grandeur (VAR) de commande de la turbine de façon que la fatigue du matériau soit maintenue sensiblement constante pendant la durée t_v .

10

9. Procédé suivant la revendication 7 ou 8, dans lequel on règle au moins un paramètre de la turbine comme la vitesse de rotation de la turbine, la pression de la vapeur, la température ou la puissance, en mettant en oeuvre la grandeur (VAR) de commande de la turbine.

15

10. Procédé suivant l'une des revendications 7 à 9, dans lequel on indique au préalable la fatigue supplémentaire du matériau à laquelle on peut s'attendre en raison du cycle d'effort.

20

25

30

35

40

45

50

55

