



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 509 347 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **18.01.95**

Int. Cl.⁶: **F01D 1/02**, F01D 15/00,
F01D 17/00, F01D 17/04,
F01D 21/00

Anmeldenummer: **92105807.9**

Anmeldetag: **03.04.92**

Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung des Betriebszustandes einer Dampfturbine.

Priorität: **16.04.91 DE 4112427**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.10.92 Patentblatt 92/43

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
18.01.95 Patentblatt 95/03

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR LI NL SE

Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 032 143
FR-A- 2 556 773

Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELL-
SCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München (DE)

Erfinder: **Girbig, Paul, Dipl.-Ing.**
Schwedlerstrasse 28
W-8520 Erlangen (DE)

EP 0 509 347 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

Die Erfindung betrifft ein verfahren zur Überwachung des Betriebszustandes einer Dampfturbine, der eine einstellbare Eintrittsdampfmenge zuführbar und eine veränderbare teilentspannte Dampfmenge entnehmbar ist. Sie richtet sich weiter auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Eine derartige Überwachungseinrichtung wird üblicherweise in der Schaltwarte eines Kraftwerkes eingesetzt. Bei einer aus der DE-OS 2 032 143 bekannten Einrichtung wird auf einem Bildschirm einer Anzeigevorrichtung innerhalb eines Entnahmedampf-Diagramms der Turbine der jeweilige, durch Eintrittsdampfmenge und abgegebene Leistung bestimmte Arbeitspunkt sichtbar gemacht. Zur Ermittlung des Arbeitspunkts werden dem Ablenkensystem des Bildschirms, absolute Meßwerte der Eintrittsdampfmenge und der Leistung des Turbinengenerators zugeführt. Durch die Verwendung von absoluten Meßwerten besteht allerdings die Gefahr, daß bei einer Änderung des Dampfzustandes, z.B. des Dampfdrucks oder der Dampftemperatur, Abweichungen zwischen den fest vorgegebenen Entnahmedampfgrenzen und den Kennlinien des auf dem Bildschirm dargestellten Entnahmedampf-Diagramms auftreten.

Es besteht zwar die Möglichkeit, mit elektronischen Mitteln durch ständige Aktualisierung des Entnahmedampf-Diagramms auf dem Bildschirm eine Anpassung an veränderte Dampfzustände zu erreichen. Allerdings ist bei einem derartigen wachsenden und schrumpfenden Entnahmedampf-Diagramm eine übersichtliche Darstellung nicht möglich.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß unabhängig von Änderungen des Dampfzustandes mit einfachen Mitteln eine übersichtliche Darstellung bei der Überwachung des Betriebszustands einer Dampfturbine ermöglicht wird.

Bezüglich des Verfahrens wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zunächst ein prozentualer Wert für die Eintrittsdampfmenge und aus dieser relativen Eintrittsdampfmenge ein prozentualer Wert für die Turbinenleistung ermittelt wird, und daß anschließend innerhalb eines Kennlinienfeldes für unterschiedliche Entnahmedampfmengen der jeweilige durch die relative Eintrittsdampfmenge und die relative Turbinenleistung bestimmte Arbeitspunkt dargestellt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird bei einer Dampfturbine mit mehreren Turbinenteilen die relative Turbinenleistung aus der Summe der relativen Teilleistungen gebildet, wobei jede relative Teilleistung aus der jedem Turbinenteil zugeführten rela-

tiven Dampfmenge ermittelt wird. Dabei kann zweckmäßigerweise aus der Differenz der den Turbinenteilen zugeführten relativen Dampfmengen die relative Entnahmedampfmenge ermittelt werden.

Bezüglich der Vorrichtung wird die gestellte Aufgabe bei einer Dampfturbine, bei der die zuführbare Eintrittsdampfmenge mit einem Stellglied einstellbar ist, erfindungsgemäß gelöst mit Mitteln zum Umformen eines Stellungssignals des Stellglieds in einen prozentualen Wert der entsprechenden Eintrittsdampfmenge, mit weiteren Mitteln zum Umformen des prozentualen Werts der Eintrittsdampfmenge in einen prozentualen Wert der Turbinenleistung, und mit einer Anzeigevorrichtung mit einem Bildschirm, auf dem innerhalb eines Kennlinienfeldes für unterschiedliche Entnahmedampfmengen der jeweilige durch die relative Eintrittsdampfmenge und die relative Turbinenleistung bestimmte Arbeitspunkt darstellbar ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind auf dem Bildschirm Anzeigefelder zum Anzeigen von absoluten und relativen Zustandsgrößen, vorzugsweise Dampfdruck und Dampftemperatur sowie Dampfmenge, vorgesehen. Dadurch stehen dem Bedienerpersonal zusätzliche Informationen über den Betriebszustand der Dampfturbine zur Verfügung.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß aufgrund der Umformung der ermittelten Werte für die jeweilige Dampfmenge und die entsprechende Turbinenleistung in relative Größen die auf dem Bildschirm angezeigten Grenzen des Entnahmedampf-Diagramms bei jedem Ist-Zustand unverändert sind. Dabei ist eine Überwachung einer Dampfturbinenanlage in kompakter und übersichtlicher Form auf einer wenige Zentimeter großen Anzeigefläche unabhängig von Dampfzuständen möglich.

Die Darstellung des Betriebszustands der Dampfturbine erfolgt vorteilhafterweise durch ein Fadenkreuz innerhalb eines Koordinatensystems, aus dem sowohl die Betriebs- und die Leistungsgrenzen als auch die entsprechenden Reserven der Dampfturbine ersichtlich sind. Neben der graphischen Darstellung des aktuellen Betriebs- oder Arbeitspunktes innerhalb des Koordinatenfeldes können vorteilhafterweise zusätzlich aktuelle Meßwerte in digitaler Form angezeigt und mit Farbwechsel unterlegte Störungsmeldungen eingeblendet werden. Bei notwendigen Stelleingriffen und Störmeldungen kann über eine unterhalb der Graphik aufgeführte Menüauswahl in Detaildarstellungen der Dampfturbinenanlage oder in Betriebs- und Störmeldetabellen gesprungen werden.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung wird ein Ausführungsbeispiel anhand einer Zeichnung beschrieben. Die Zeichnung zeigt eine Dampfturbine und eine erfindungsgemäße Überwachungsvorrich-

tung mit einer Meßschaltung und einer Anzeigeeinrichtung in einer schematischen Darstellung.

Die Figur zeigt die Dampfturbine 1 mit einem Hochdruck-Turbinenteil 2 und einem Niederdruck-Turbinenteil 3. Die Turbinenteile 2 und 3 treiben über eine gemeinsame Welle 4 einen Generator 5 an.

Der Dampfturbine 1 wird über eine Frischdampfleitung 6 Dampf zugeführt, der nach Entspannung im Hochdruck-Turbinenteil 2 ganz oder teilweise in Richtung des Pfeils 8 über eine Leitung 7 dem Niederdruck-Turbinenteil 3 zugeführt wird. Wie durch Pfeil 9 angedeutet, kann ein Teil des teilentspannten Dampfes an einer Entnahmestelle 10 des Turbinenteils 2 entnommen werden. Der im Niederdruck-Turbinenteil 3 entspannte Dampf verläßt die Dampfturbine 1 in Richtung des Pfeils 11 und wird z.B. einem Kondensator (nicht dargestellt) zugeführt.

In die Frischdampfleitung 6 sowie in die Leitung 7 sind jeweils ein Stellglied oder Ventil 12 bzw. 13 eingeschaltet. Mit dem Ventil 12 wird die in die Dampfturbine 1 eintretende Dampfmenge E eingestellt. Entsprechend wird mit dem Ventil 13 die in den Turbinenteil 3 eintretende Dampfmenge E' eingestellt.

Von den Stellgliedern oder Ventilen 12 und 13 geht jeweils eine Signalleitung 14 bzw. 15 aus, über die den Positionen der Stellglieder 12 bzw. 13 entsprechende Signale einer gestrichelt dargestellten Einrichtung 20 zur Meßwertaufbereitung zugeführt werden.

Die Einrichtung 20 umfaßt einen an die Signalleitung 14 angeschlossenen ersten Umformer 22 und einen an die Signalleitung 15 angeschlossenen zweiten Umformer 23. In den Umformern 22 und 23 werden die den Stellungen der Stellglieder 12 bzw. 13 entsprechenden Signale, z.B. anhand von Vergleichswerten oder Kennlinien, in prozentuale Werte RE bzw. RE' für relative Dampfmenge umgeformt. Der im Umformer 22 ermittelte prozentuale Wert RE entspricht somit der relativen Dampfmenge, die in den Hochdruck-Turbinenteil 2 der Dampfturbine 1 eintritt.

Der im Umformer 23 ermittelte prozentuale Wert RE' entspricht der fiktiven relativen Dampfmenge, die vom Hochdruck-Turbinenteil 2 in den Niederdruck-Turbinenteil 3 der Dampfturbine 1 eintreten wird, wenn diese Dampfmenge in den Hochdruck-Turbinenteil 2 der Dampfturbine 1 einströmt ist.

Der im Umformer 22 ermittelte prozentuale Wert RE wird über eine Signalleitung 24 einer Anzeigevorrichtung 25 mit einem Bildschirm 26 zugeführt. Dieser Wert RE bildet die y-Koordinate in einem auf dem Bildschirm 26 dargestellten Koordinatenfeld 27.

Der im Umformer 22 ermittelte prozentuale Wert RE wird außerdem über eine Leitung 30 einem weiteren Umformer 31 zugeführt. Mit dem Umformer 31 wird die relative Eintrittsdampfmenge RE, z.B. anhand einer gespeicherten Wertetabelle, in einen prozentualen Wert P für die Turbinenleistung des Hochdruck-Turbinenteils 2 umgeformt. Dieser prozentuale Wert P wird über Leitungen 32 und 40 ebenfalls der Anzeigeeinrichtung 25 zugeführt.

Der in dem Umformer 23 ermittelte prozentuale Wert RE' wird über eine Leitung 50 einem Subtrahierglied 51 und über eine Leitung 52 einem Umformer 53 zugeführt. Der Umformer 53 dient - wie der Umformer 31 - zur Ermittlung der relativen oder prozentualen Turbinenleistung P. Dazu wird ein im Umformer 53 aus der dem Turbinenteil 3 zugeführten relativen Dampfmenge RE' ermittelter prozentualer Wert P' für die Teilleistung des Turbinenteils 3 in einem Summierungsglied 54 der relativen Teilleistung des Turbinenteils 2 hinzuaddiert. Die auf diese Weise ermittelte relative Turbinenleistung P der Dampfturbine 1 wird über die Leitung 40 der Anzeigeeinrichtung 25 zugeführt und bildet die x-Koordinate in dem auf dem Bildschirm 26 dargestellten Koordinatenfeld 27. Für den Fall, daß dem Turbinenteil 3 kein Dampf zugeführt wird, bildet allein der im Umformer 31 ermittelte und über die Leitungen 32 und 40 der Anzeigeeinrichtung 25 zugeführte prozentuale Wert P die x-Koordinate.

Der durch die x- und y-Koordinate bestimmte Arbeitspunkt wird in Form eines Lichtpunktes oder Fadenkreuzes 41 innerhalb eines Entnahmedampf-Diagramms 42 abgebildet. Das Entnahmedampf-Diagramm 42 wird durch eine Anzahl von auf dem Bildschirm 26 angezeigten Kennlinien 43 gebildet.

In einem Subtrahierglied 51, dem über eine Leitung 55 der prozentuale Wert RE aus dem Umformer 22 zugeführt wird, wird aus der Differenz zwischen den prozentualen Werten RE und RE' für die Dampfmenge E und E' in den Turbinenteilen 2 und 3 die an der Entnahmestelle 10 austretende relative Entnahmedampfmenge ermittelt. Dieser im Subtrahierglied 51 ermittelte prozentuale Wert K wird über eine Leitung 56 der Anzeigeeinrichtung 25 zugeführt und auf dem Bildschirm 26 in einem Anzeigefeld 60 als relativer oder absoluter Zahlenwert angezeigt. In weiteren Anzeigefeldern 61 und 62 werden zusätzlich Zahlenwerte für die aktuelle Turbinenleistung oder Eintrittsdampfmenge, bzw. für die Positionen der Stellglieder oder Ventile 12 und 13, in Prozent oder absolut angezeigt. In einem weiteren Anzeigefeld 63 werden die den Turbinenteilen 2 und 3 zugeführten relativen Dampfmenge, z.B. in Form von vertikalen Balken entlang einer Prozenteskala, angezeigt.

In die Leitung 50 ist ein Auswahlglied 65 geschaltet, dem über eine Leitung 66 der im Umfor-

mer 22 ermittelte prozentuale Wert RE zugeführt wird. Das Auswahlglied 65 vergleicht die prozentualen Werte RE und RE' aus den Umformern 22 und 23 miteinander und korrigiert Werte, die kleiner als Null sind. Ein derartiger Wert kann z.B. entstehen, wenn das Ventil 13 zwar weiter geöffnet ist als das Ventil 12, gleichzeitig aber aufgrund einer Dampfantnahme eine vergleichsweise geringere Dampfmenge durch das Ventil 13 strömt. Der kleinere der beiden Werte RE, RE' wird über die Leitung 50 dem Umformer 53 und dem Subtrahierglied 51 zugeführt.

Durch die erfindungsgemäße Überwachung des Betriebszustandes einer Dampfturbine 1 anhand von relativen Werten RE, RE' und P für die Dampfmen- gen und die Turbinenleistung wird erreicht, daß keine Differenz zwischen den vorgegebenen oder vorprogrammierten Dampfgrößen in den Stellgliedern 12, 13 und den auf dem Bildschirm 26 dargestellten Grenzen des Entnahmedampf-Diagramms 42 entsteht.

Die Positionen der Stellglieder oder Ventile 12 und 13 können der Anzeigeeinrichtung 25 auch direkt, zum Beispiel über direkt mit den Ventilen 12 und 13 verbundene Signalleitungen (nicht dargestellt), zugeführt und dort in einem weiteren Anzeigefeld (nicht dargestellt), zum Beispiel in Form von vertikalen Balken entlang einer Prozentskala, angezeigt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung des Betriebszustandes einer Dampfturbine, der eine einstellbare Eintrittsdampfmenge (E) zuführbar und eine veränderbare teilentspannte Dampfmenge entnehmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß
 - zunächst ein prozentualer Wert (RE) für die Eintrittsdampfmenge (E) und aus dieser relativen Eintrittsdampfmenge (RE) ein prozentualer Wert (P) für die Turbinenleistung ermittelt wird, und
 - anschließend innerhalb eines Kennlinienfeldes (43) für unterschiedliche Entnahmedampfmengen der jeweilige durch die relative Eintrittsdampfmenge (RE) und die relative Turbinenleistung (P) bestimmte Arbeitspunkt dargestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Dampfturbine (1) mit mehreren Turbinenteilen (2, 3) die relative Turbinenleistung (P) aus der Summe der relativen Teilleistungen (P') gebildet wird, wobei jede relative Teilleistung (P') aus der jedem Turbinenteil zugeführten relativen Dampfmenge (RE, RE') ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Differenz der den Turbinenteilen (2, 3) zugeführten relativen Dampfmen- gen (RE, RE') die relative Entnahmedampfmenge ermittelt wird.
4. Vorrichtung zur Überwachung des Betriebszustands einer Dampfturbine (1), der eine mit einem Stellglied (12) einstellbare Eintrittsdampfmenge (E) zuführbar ist und der eine veränderbare teilentspannte Dampfmenge entnehmbar ist, gekennzeichnet durch
 - Mittel (22) zum Umformen eines Stellungssignals des Stellglieds (12) in einen prozentualen Wert (RE) der entsprechenden Eintrittsdampfmenge (E),
 - weitere Mittel (31) zum Umformen des prozentualen Werts (RE) der Eintrittsdampfmenge (E) in einen prozentualen Wert (P) der Turbinenleistung, und
 - eine Anzeigevorrichtung (25) mit einem Bildschirm (26), auf dem innerhalb eines Kennlinienfeldes (43) für unterschiedliche Entnahmedampfmengen der jeweilige durch die relative Eintrittsdampfmenge (RE) und die relative Turbinenleistung (P) bestimmte Arbeitspunkt darstellbar ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Bildschirm (26) Anzeigefelder (60, 61, 62, 63) zum Anzeigen von absoluten und/oder relativen Betriebs- oder Zustandsgrößen, vorzugsweise Dampfdruck und Dampftemperatur sowie Dampfmenge, vorgesehen sind.

Claims

1. Method for monitoring the operating state of a steam turbine to which an adjustable inlet steam quantity (E) can be supplied and from which a variable partly expanded steam quantity can be extracted, characterised in that
 - in the first instance a percentage value (RE) for the inlet steam quantity (E) is determined and from this relative inlet steam quantity (RE) a percentage value (P) for the turbine output is determined, and
 - subsequently the respective operating point, which is determined by the relative inlet steam quantity (RE) and the relative turbine output (P), is represented within a characteristics field (43) for different extraction steam quantities.
2. Method according to claim 1, characterised in that in the case of a steam turbine (1) having a

plurality of turbine portions (2, 3) the relative turbine output (P) is established from the sum of the relative partial outputs (P'), with each relative partial output (P') being determined from the relative steam quantity (RE, RE') supplied to each turbine portion.

3. Method according to claim 2, characterised in that the relative extraction steam quantity is determined from the difference of the relative steam quantities (RE, RE') supplied to the turbine portions (2, 3).

4. Arrangement for monitoring the operating state of a steam turbine (1) to which an inlet steam quantity (E), which can be adjusted with a final control element (12), can be supplied and from which a variable partly expanded steam quantity can be extracted, characterised by

- means (22) for converting a position signal of the final control element (12) into a percentage value (RE) of the corresponding inlet steam quantity (E),
- further means (31) for converting the percentage value (RE) of the inlet steam quantity (E) into a percentage value (P) of the turbine output, and
- a display arrangement (25) with a screen (26) on which the respective operating point, which is determined by the relative inlet steam quantity (RE) and the relative turbine output (P), can be represented within a characteristics field (43) for different extraction steam quantities.

5. Arrangement according to claim 4, characterised in that on the screen (26) display fields (60, 61, 62, 63) are provided for displaying absolute and/or relative operating variables or state variables, preferably steam pressure and steam temperature and also steam quantity.

Revendications

1. Procédé de surveillance de l'état de fonctionnement d'une turbine à vapeur, à laquelle peut être amenée une quantité réglable de vapeur en entrée (E) et de laquelle peut être prélevée une quantité variable de vapeur partiellement détendue,

caractérisé en ce que

- d'abord, une valeur en pourcentage (RE) est déterminée pour la quantité de vapeur en entrée (E) et, à partir de cette quantité relative de vapeur en entrée (RE), une valeur en pourcentage (P) est déterminée pour le rendement de la turbine, et

- ensuite, le point de fonctionnement respectif déterminé par cette quantité relative de vapeur en entrée (RE) et par le rendement relatif de la turbine (P) est représenté pour différentes quantités de vapeur prélevées, dans une famille (43) de courbes caractéristiques.

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que, pour une turbine à vapeur (1) en plusieurs parties de turbine (2, 3), le rendement relatif de la turbine (P) est obtenu à partir de la somme des rendements relatifs partiels (P'), chaque rendement relatif partiel (P') étant déterminé à partir de la quantité relative de vapeur (RE, RE') amenée à chaque partie de turbine.

3. Procédé selon la revendication 2,

caractérisé en ce que la quantité relative de vapeur prélevée est déterminée à partir de la différence des quantités relatives de vapeur (RE, RE') amenées aux parties de turbine (2, 3).

4. Dispositif de surveillance de l'état de fonctionnement d'une turbine à vapeur (1), à laquelle peut être amenée une quantité, réglable par un élément de réglage (12), de vapeur en entrée (E) et de laquelle peut être prélevée une quantité variable de vapeur partiellement détendue, caractérisé par

- des moyens (22) pour convertir un signal de position de l'élément de réglage (12) en une valeur en pourcentage (RE) de la quantité correspondante de vapeur en entrée (E),
- d'autres moyens (31) pour convertir la valeur en pourcentage (RE) de la quantité de vapeur en entrée (E) en une valeur en pourcentage (P) du rendement de la turbine, et
- un dispositif d'affichage (25) avec un écran (26), sur lequel peut être représenté le point de fonctionnement respectif, donné par la quantité relative de vapeur en entrée (RE) et le rendement relatif de la turbine (P), dans une famille de courbes caractéristiques (43), pour différentes quantités de vapeur prélevées.

5. Dispositif selon la revendication 4,

caractérisé en ce que des zones d'affichage (60, 61, 62, 63) sont prévus sur l'écran (26) pour indiquer les grandeurs d'état ou de fonctionnement absolues et/ou relatives, de préférence pression et température de la vapeur, ainsi que quantité de vapeur.

