



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
01.03.95 Patentblatt 95/09

⑤① Int. Cl.⁶ : **F22B 35/10**

②① Anmeldenummer : **92810190.6**

②② Anmeldetag : **17.03.92**

⑤④ **Einrichtung zum lastabhängigen Regeln der Speisewassermenge eines Zwanglaufdampferzeugers.**

③⑩ Priorität : **05.04.91 CH 1021/91**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 1 401 348
DE-A- 1 526 208
FR-A- 1 263 535
FR-A- 2 401 380

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
07.10.92 Patentblatt 92/41

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
01.03.95 Patentblatt 95/09

⑦③ Patentinhaber : **ABB Management AG**
Haselstrasse 16
CH-5401 Baden (CH)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
BE CH DK LI NL

⑦② Erfinder : **Herzog, Rudolf**
bei der Kirche
CH-9555 Tobel (CH)

EP 0 507 730 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 eine Einrichtung zum lastabhängigen Regeln der Speisewassermenge eines Economiser, einen Verdampfer und mindestens einen Ueberhitzer aufweisenden Zwanglaufdampferzeugers nach dem Oberbegriff des einzigen Patentanspruchs (siehe z.B. DE-A-1 401 348).

Bei bisher bekannten Regeleinrichtungen der genannten Art ist in der Speisewasserleitung des Dampferzeugers ein Speisewassermengensmessorgan angeordnet, das über einen PID-Regler die Speisewassermenge einstellt, z.B. durch Verstellen der Drehzahl der Speisepumpe oder durch Verstellen eines in die Speisewasserleitung eingebauten Ventils. Geregelt wird eine Dampftemperatur, die mit einem im Ueberhitzerbereich des Dampferzeugers angeordneten Messorgan erfasst wird und zusammen mit einem entsprechenden Temperatursollwert ebenfalls auf den PID-Regler geschaltet ist. Anstelle der Dampftemperatur kann auch die Dampfenthalpie geregelt werden. Schliesslich wirkt auf den Speiseregelkreis als Vorsteuerung ein lastabhängiges Signal, das von einem Funktionsgeber kommt, in dem die Beziehung zwischen Speisemenge und dem Dampferzeuger zuzuführende Brennstoffmenge festgelegt ist. Dabei ist zwischen dem Funktionsgeber und dem Speiseregelkreis ein verstellbares Glied eingeschaltet, in dem eine dynamische Verformung des lastabhängigen Signals stattfindet. Aufgrund der beschränkten Wirksamkeit des klassischen PID-Reglers muss die so gebildete Vorsteuerung den komplizierten zeitlichen Verlauf der Speisemenge auf wenige Prozente genau festlegen, so dass der Regler selbst nur eine Feinkorrektur vornehmen muss. Mit einem solchen Aufbau wird die erzielbare Regelgüte weitgehend durch die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit der Vorsteuerung bestimmt. Die Einstellung des Funktionsgebers und des Gliedes zur dynamischen Verformung erfordert deshalb einen hohen Aufwand, insbesondere eine langwierige Inbetriebsetzung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum lastabhängigen Regeln der Speisewassermenge zu schaffen, die bei verbesserter Leistungsfähigkeit ohne aufwendige Vorsteuerung auskommt.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs gelöst.

Diese Einrichtung erlaubt es, auf einfache Weise zwei Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen. Zum einen wird der beobachtete Uebertragungsfaktor im Funktionsgeber nachgebildet und ein entsprechendes Signal ganz dem am Ausgang des Reglers angeordneten Multiplikationsorgan zugeführt. Dadurch wird nicht nur der zwischen dem Eingang und dem Ausgang des Reglers wirkende Uebertragungsfaktor am Reglerausgang lastabhängig richtig eingestellt. Eine Aenderung des Lastsollwertes bewirkt zusätzlich ei-

ne sofortige Veränderung der Speisewassermenge, was in Vorzeichen und Amplitude eine sinnvolle erste Wirkung als Vorsteuerung ergibt. Zum andern wird dasselbe Uebertragungsfaktorsignal y vom Funktionsgeber in inverser Form auch der als Beobachter wirkenden Vorrichtung zugeführt. Durch das Zusammenwirken des Multiplikationsorgans mit dem Divisionsorgan ergibt sich eine optimale statische und dynamische Verformung des Signals am Reglerausgang als Antwort auf eine Aenderung des Lastsollwertes, also insgesamt eine optimale Vorsteuerung. Es wird die dynamische Verformung der Vorsteuerwirkung nicht - wie bisher - in mühseliger Weise mit einem speziellen dynamischen Filter eingestellt, sondern es werden dazu die in der als Beobachter wirkenden Vorrichtung abgelegten dynamischen Glieder verwendet, die das Prozessverhalten in der erforderlichen Weise nachbilden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der folgenden Beschreibung anhand der Zeichnung näher erläutert, die schematisch einen Zwanglaufdampferzeuger mit einer Speisewassermengenregeleinrichtung zeigt.

Der als Einrohrkessel ausgebildete Dampferzeuger weist einen Economiser 1, einen Verdampfer 2, einen Abscheider 3 sowie einen ersten und einen zweiten Ueberhitzer 4 bzw. 5 auf, die vom Arbeitsmittel nacheinander durchströmt werden. Zwischen dem Ueberhitzer 5 und dem Verbraucher können noch weitere Ueberhitzer vorgesehen sein. In Strömungsrichtung des Arbeitsmittels gesehen vor dem Economiser 1 ist an diesem eine Speisewasserleitung 7 angeschlossen, die eine Speisepumpe 8, eine Umwälzpumpe 9 und ein Speisewassermengensmessorgan 10 aufweist. Zwischen der Speisepumpe 8 und der Umwälzpumpe 9 mündet in die Speiseleitung 7 eine Umwälzleitung 11, die vom unteren Ende des Abscheiders 3 abzweigt und ein Ventil 12 sowie eine Rückschlagklappe 13 aufweist. Zwischen dem Abscheider 3 und dem Ventil 12 zweigt von der Leitung 11 eine Leitung 14 mit Ventil 15 ab, die vorübergehend zuviel abgeschiedenes flüssiges Arbeitsmittel, z.B. während des Anfahrens des Dampferzeugers, zu einem nicht dargestellten Speisewasserbehälter zurückleitet. Zwischen der Umwälzpumpe 9 und dem Speisewassermengensmessorgan 10 zweigt von der Speisewasserleitung 7 eine Einspritzwasserleitung 16 ab, die in nicht dargestellter Weise zu den Ueberhitzern 4, 5 führt.

Die Speisewassermengenregeleinrichtung umfasst ausser dem Mengensmessorgan 10 einen Signalgeber 10' für die gemessene Speisewassermenge sowie ein Temperaturmessorgan mit Signalgeber 18, das zwischen dem ersten und dem zweiten Ueberhitzer 4 bzw. 5 am Dampferzeuger angeschlossen ist. Dieses Temperaturmessorgan kann auch am Dampfaustritt des Abscheiders 3 angeschlossen sein. Am Ausgang des Signalgebers 18 für

die Ist-Temperatur ist eine Signalleitung 19 angeschlossen, die zu einem Vergleichspunkt 20 führt, dem über eine Signalleitung 21 ein Sollwert für die Temperatur zugeführt wird. Vom Vergleichspunkt 20 führt eine Signalleitung 22 zum Eingang eines Integrators 24, der Bestandteil eines Zustandsreglers 23 ist. Die Signalleitung führt ein der Abweichung zwischen Sollwert und Istwert der Temperatur entsprechendes, im Regler 23 um den konstanten Faktor f_1 verstärktes Signal zum Integrator 24. Vom Ausgang des Integrators 24 führt eine Signalleitung 25 zu einem Additionspunkt 26, dessen Ausgang mit dem Eingang eines Multiplikationsorganes 27 verbunden ist. Der Ausgang des Multiplikationsorganes 27 ist zugleich der Ausgang des Reglers 23, der über eine Signalleitung 28 mit einem Vergleichspunkt 43 verbunden ist. In den Vergleichspunkt 43 mündet ausserdem eine Signalleitung 29, die vom Signalgeber 10' kommt und ein dem Istwert der Speisewassermenge entsprechendes, um den Faktor f_0 verstärktes Signal führt. Der Ausgang des Vergleichspunktes 43 ist über eine Signalleitung 44 mit der Speisepumpe 8 verbunden, die das Stellorgan der Speisewassermengenregelrichtung bildet.

Dem Multiplikationsorgan 27 wird über eine Signalleitung 50 ein Signal y zugeführt, das in einem Funktionsgeber 51 gebildet wird, dem über eine Signalleitung 52 ein Last-Sollwertsignal zugeführt wird. Die Signalleitung 44 führt der Speisepumpe 8 ein Stellsignal zu, das im Vergleichspunkt 43 aus der Differenz des einen Sollwert für die Speisewassermenge bildenden Ausgangssignals des Reglers 23 und des um den Faktor f_0 verstärkten Istwert-Signals für die Speisewassermenge gebildet wird. Das Stellsignal in der Leitung 44 wird durch den Verstärkungsfaktor $-z_0$ verstärkt, der dafür sorgt, dass im stationären Zustand die beiden genannten Speisewassermengen gleich gross sind.

Ausser den Regler 23 umfasst die Speisewassermengenregelrichtung eine Vorrichtung 31, die nach Art eines Beobachters arbeitet und zwei Signaleingänge sowie mehrere Signalausgänge aufweist. Der erste Signaleingang ist über eine von der Signalleitung 29 abzweigende Signalleitung 30 mit dem Ausgang des Mengensignalgebers 10' verbunden. Die Signalleitung 30 führt das dem Istwert der Speisewassermenge entsprechende Signal zu einem Divisionsorgan 32, dem ausserdem über eine Signalleitung 53 das Signal y aus dem Funktionsgeber 51 zugeführt wird. Der Ausgang des Divisionsorgans 32 ist über eine Signalleitung 38 mit dem Eingang eines ersten Verzögerungsgliedes 33 verbunden, das zu einer Reihe von weiteren Verzögerungsgliedern 34 und 35 gehört. Die Anzahl solcher Verzögerungsglieder variiert von Anlage zu Anlage zwischen zwei und sieben. Der zweite Eingang der Vorrichtung 31 ist mit einer Signalleitung 17 verbunden, die von der Signalleitung 19 des Temperatursignalgebers 18 abzweigt.

Die Signalleitung 17 mündet in einen Vergleichspunkt 37, an dessen Ausgang eine Signalleitung 36 angeschlossen ist. Der zweite Eingang des Vergleichspunktes 37 ist mit dem Ausgang des dritten Verzögerungsgliedes 35 verbunden. Die Signalleitung 36 führt also ein Differenzsignal, das durch einen konstanten Faktor k_1 korrigiert und dann dem Signal in der Leitung 38 additiv aufgeschaltet wird. Der Ausgang des ersten Verzögerungsgliedes 33 ist über eine Signalleitung 39 mit dem Additionspunkt 26 im Regler 23 verbunden. Das Signal in der Leitung 39 wird im Regler 23 durch den konstanten Faktor f_1 verstärkt. Ausserdem wird das Ausgangssignal des ersten Verzögerungsgliedes 33 mit dem Differenzsignal in der Leitung 36, jedoch mit dem konstanten Faktor k_2 korrigiert, addiert und das so gebildete Signal dem zweiten Verzögerungsglied 34 zugeführt. Der Ausgang des zweiten Verzögerungsgliedes 34 ist über eine Signalleitung 40 mit dem Additionspunkt 26 verbunden, und das Signal in der Leitung 40 wird im Regler 23 um den konstanten Faktor f_2 verstärkt. Analog der Schaltung zwischen dem ersten und dem zweiten Verzögerungsglied wird das Ausgangssignal des zweiten Verzögerungsgliedes 34 auch mit dem Differenzsignal der Leitung 36, jedoch mit dem konstanten Faktor k_3 korrigiert, additiv vereinigt und dann dem dritten Verzögerungsglied 35 zugeführt. Der Ausgang des dritten Verzögerungsgliedes 35 ist ausser mit dem Vergleichspunkt 37 über eine Signalleitung 41 mit dem Additionspunkt 26 verbunden, wobei das Signal in der Leitung 41 um den konstanten Faktor f_3 verstärkt wird.

Mit der Vorrichtung 31 wird erreicht, dass der jeweilige Zustand des sich im Dampferzeuger abspielenden Prozesses bei der Speisewassermengenregelung berücksichtigt wird, ohne dass man im Dampferzeuger Zwischen-Messstellen anbringen müsste, was sehr aufwendig wäre.

Die beschriebene Vorrichtung funktioniert wie folgt: Im Normalbetrieb des Dampferzeugers wird mittels der Speisepumpe 8 Speisewasser über die Speisewasserleitung 7 dem Dampferzeuger zugeführt, in dem es - unter dem Einfluss der dem Dampferzeuger zugeführten Wärmemenge Q - im Economiser 1 vorgewärmt und im Verdampfer 2 verdampft wird. Im oberen Lastbereich des Dampferzeugers, in dem reiner Zwangdurchlaufbetrieb herrscht, gelangt überhitzter Dampf in den Abscheider 3, so dass kein Sattwasser über die Umwälzleitung 11 zurückgeführt wird. Die vom Signalgeber 18 gemessene Temperatur variiert relativ frei, weil die Temperatur des Arbeitsmittels im Abscheider sich unabhängig von der Sättigungstemperatur bewegen kann. In diesem Lastbereich führt eine Erhöhung der Speisewassermenge zwangsläufig zu einer Absenkung der vom Signalgeber 18 gemessenen Temperatur, so dass die Speisewassermenge zur Regelung der Temperatur herangezogen werden kann. Die Dampftemperatur

am Austritt des Dampferzeugers wird in hier nicht dargestellter Weise durch Zufuhr von Wasser über die Einspritzwasserleitung 16 geregelt.

Bei Schwachlastbetrieb, der z.B. unterhalb 30% der Vollast des Dampferzeugers einsetzt, tritt aus dem Verdampfer 2 ein Dampf/Wasser-Gemisch aus, das dann im Abscheider 3 in die beiden Phasen Wasser und Dampf getrennt wird. Das abgeschiedene Wasser wird mittels der Umwälzpumpe 9 über die Umwälzleitung 11 in den Economiser 1 und den Verdampfer 2 zurückgeführt. Der im Abscheider 3 abgeschiedene Dampf wird in den Ueberhitzern 4 und 5 überhitzt.

Mit der beschriebenen Einrichtung, die während des Zwangsdurchlaufbetriebes in Funktion ist, wird es möglich, auf einfache Weise zwei Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen. Einerseits wird der beobachtete Uebertragungsfaktor im Funktionsgeber 51 nachgebildet und als Uebertragungsfaktorsignal ganz dem einen Eingang des am Reglerausgang angeordneten Multiplikationsorgan 27 zugeführt. Dadurch wird nicht nur der zwischen dem Eingang und dem Ausgang des Reglers 23 existierende Uebertragungsfaktor nahe seinem Ausgang lastabhängig richtig eingestellt. Eine Aenderung des über die Signalleitung 52 zugeführten Lastsollwertes bewirkt zusätzlich eine sofortige Veränderung der Speisewassermenge, die in Vorzeichen und Amplitude eine sinnvolle erste Wirkung als Vorsteuerung ergibt. Andererseits wird dasselbe Uebertragungsfaktorsignal y vom Funktionsgeber 51 in inverser Form auch im Beobachter 31 eingeführt. Durch das Zusammenwirken des Multiplikationsorgans 27 mit dem Divisionsorgan 32 ergibt sich eine optimale statische und dynamische Verformung des Signals in der Signalleitung 28 am Ausgang des Reglers 23 als Antwort auf eine Aenderung des Lastsollwertes, also insgesamt eine optimale Vorsteuerung. Zur dynamischen Verformung der Vorsteuerwirkung werden die im Beobachter 31 abgelegten dynamischen Glieder verwendet, die das Prozessverhalten in der erforderlichen Weise nachbilden.

Das Ausführungsbeispiel zeigt einen Einrohrkessel mit Schwachlastumwälzung, bei dem die Umwälzpumpe 9 im Vorlauf, d.h. im Hauptstrom des Speisewassers liegt. Die Umwälzpumpe kann auch in der Umwälzleitung 11 angeordnet sein, d.h. im Rücklauf. Die erfindungsgemäße Einrichtung ist aber auf alle Zwangsdurchlaufdampferzeuger anwendbar, unabhängig von der für den Schwachlastbetrieb mit nassem Abscheider angewandten Schaltung, d.h. auch bei Schaltungen, die keine Umwälzpumpe aufweisen.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum lastabhängigen Regeln der Speisewassermenge eines einen Economiser

(1), einen Verdampfer (2) und mindestens einen Ueberhitzer (4, 5) aufweisenden Zwangslaufdampferzeugers, mit einem Speisewassermengemessorgan (10, 10'), einem einen Integrator (24) enthaltenden Regler (23) und einem Stellorgan (8) für die Speisewassermenge sowie mit einem im Ueberhitzerbereich angebrachten Temperaturmessorgan (18), dessen Ausgang dem Regler (23) aufgeschaltet ist, dem auch ein Sollwert (21) für die Temperatur zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung eine nach Art eines Beobachters arbeitende, mehrere in Serie geschaltete Verzögerungsglieder (33, 34, 35) enthaltende Vorrichtung (31) aufweist, die an einem ersten Eingang mit dem Ausgang des Speisewassermengemessorgans (10, 10') und an einem zweiten Eingang mit dem Ausgang des Temperaturmessorgans (18) verbunden ist und deren Ausgänge (39, 40, 41) auf einen dem Ausgang des Integrators (24) nachgeschalteten Additionspunkt (26) geschaltet sind, wobei ferner zwischen dem Additionspunkt (26) und dem Ausgang des Reglers (23) ein Multiplikationsorgan (27) angeordnet ist, dem ausser dem vom Additionspunkt (26) kommenden Signal ein von einem Funktionsgeber (51) kommendes Signal (y) zugeführt wird, und wobei zwischen dem ersten Eingang der Vorrichtung (31) und dem ersten Verzögerungsglied (33) ein inverses Divisionsorgan (32) geschaltet ist, dem ausser dem vom Speisewassermengemessorgan (10, 10') kommenden Signal das vom Funktionsgeber (51) abgegebene Signal (y) zugeführt wird.

Claims

1. Appliance for load-dependent feed water flow rate control of a forced-circulation steam generator comprising an economizer (1), an evaporator (2) and at least one superheater (4, 5), having a feed water flow rate measuring element (10, 10'), a controller (23) containing an integrator (24), and a regulating element (8) for the feed water flow rate, and having a temperature measuring element (18) which is disposed in the region of the superheater and whose output is input to the controller (23) which is also supplied with a setpoint (21) for the temperature, characterized in that the appliance comprises a device (31) which works in the way of a monitor, containing a plurality of delay elements (33, 34, 35) connected in series, and which is connected, at a first input, to the output of the feed water flow rate measuring element (10, 10') and, at a second input, to the output of the temperature measuring element (18) and whose outputs (39, 40, 41) are fed to a summing junction (26) downstream of the output of the in-

tegrator (24), there further being arranged, between the summing junction (26) and the output of the controller (23), a multiplication element (27) which, in addition to the signal coming from the summing junction (26), is supplied with a signal (y) coming from a function generator (51), and there being connected, between the first input of the device (31) and the first delay element (33), an inverse division element (32) which, in addition to the signal coming from the feed water flow rate measuring element (10, 10'), is supplied with the signal (y) emitted by the function generator (51).

Revendications

1. Installation pour la régulation en fonction de la charge du débit d'eau d'alimentation d'un générateur à circulation forcée comportant un économiseur (1), un évaporateur (2) et au moins un surchauffeur (4, 5), avec un organe (10, 10') de mesure du débit d'eau d'alimentation, un régulateur (23) comprenant un intégrateur (24), et un organe de réglage (8) pour le débit d'eau d'alimentation ainsi qu'avec un organe (18) de mesure de la température disposé dans la zone des surchauffeurs, dont la sortie est raccordée au régulateur (23) auquel est également fournie une valeur de consigne (21) pour la température, caractérisée en ce que l'installation présente un dispositif (31) opérant à la manière d'un observateur et comportant plusieurs éléments de retard (33, 34, 35) montés en série, qui est raccordé par une première entrée avec la sortie de l'organe (10, 10') de mesure du débit d'eau d'alimentation et par une deuxième entrée avec la sortie de l'organe (18) de mesure de la température et dont les sorties (39, 40, 41) sont raccordées à un point de sommation (26) monté après la sortie de l'intégrateur (24), un organe de multiplication (27) étant en outre disposé entre le point de sommation (26) et la sortie du régulateur (23), et auquel est fourni un signal (y) venant d'un capteur fonctionnel (51) en plus du signal venant du point de sommation (26), et dans laquelle entre la première entrée du dispositif (31) et le premier élément de retard (33) est monté un organe de division inverse (32), auquel est fourni le signal (y) délivré par le capteur fonctionnel (51) en plus du signal venant de l'organe (10, 10') de mesure du débit d'eau d'alimentation.

