

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 684 366 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **95107786.6**

(51) Int. Cl.⁶: **F01K 13/02**

(22) Anmeldetag: **22.05.95**

(30) Priorität: **26.05.94 DE 4418298**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.11.95 Patentblatt 95/48

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(71) Anmelder: **ABB PATENT GmbH**
Kallstadter Strasse 1
D-68309 Mannheim (DE)

(72) Erfinder: **Sindelar, Rudolf**
Ulmenstrasse 14

D-69493 Hirschberg (DE)
Erfinder: **Vogelbacher, Lothar**
Nobelstrasse 6
D-68775 Ketsch (DE)
Erfinder: **Kneidl, Ralph**
Zehntbergstrasse 6
D-69198 Schriesheim (DE)

(74) Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o ABB Patent GmbH,
Postfach 10 03 51
D-68128 Mannheim (DE)

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Steuerung und Regelung der Leistung eines Dampfkraftwerksblocks.**

(57) Die Erfindung bezieht sich eine Weiterentwicklung eines aus der DE 36 32 041 C2 bekannten Verfahrens zur modellgestützten Steuerung und Regelung der Leistung eines Dampfkraftwerksblocks. Zur Verbesserung der Leistungsregelung, insbesondere im Fall von Heizstörungen, wird der Einbezug einer Vordruckregelung vorgeschlagen, wobei dies in solcher Weise erfolgt, daß ein vorwiegend gesteuerter Übergang auf ein neues Leistungsniveau und unter Einhaltung von DVG-Anforderungen erreicht wird. Einem vom Prozeßmodell (100) gelieferten Dampfdruck-Sollwert (p_s) für den Vordruckregler (101) wird additiv die Regelabweichung (P_d) des Leistungsreglers (2) aufgeschaltet.

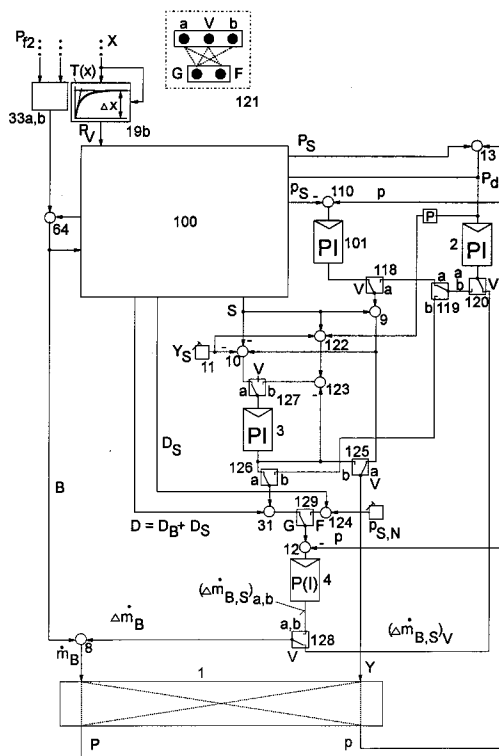


Fig. 1

EP 0 684 366 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur modellgestützten Steuerung und Regelung der Leistung eines Dampfkraftwerksblocks gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Außerdem bezieht sich die Erfindung auf eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Ein solches Verfahren ist aus DE 36 32 041 C2 bekannt. Dieses Verfahren, einschließlich einer Ergänzung, die sich auf ein Verfahren zur Wiederherstellung der Turbinenstellreserve nach dem Ausregeln einer Leistungs-Sollwertänderung bezieht, ist außerdem aus DE 41 24 678 C2 bekannt. Das bekannte Verfahren ist insbesondere geeignet zur Frequenzregelung mittels Leistungs-Sollwertänderung in einem Dampfkraftwerksblock, beispielsweise aufgrund eines Netzfrequenzeinbruchs, und zwar unter Einhaltung von Anforderungen an die Leistungs-Dynamik, die von der Deutschen Verbundgesellschaft eV, Heidelberg, (DVG) in der Druckschrift "Das versorgungsgerechte Verhalten der thermischen Kraftwerke", DVG, Oktober 1991, veröffentlicht sind. Den DVG Anforderungen, insbesondere der definierten Dynamik bei einer Leistungsänderung soll auch das erfindungsgemäße Verfahren genügen.

Beim bekannten Verfahren wird mit einem Prozeßmodell gearbeitet, das Signale für einen steuernden Eingriff in die Dampferzeugung und Turbineneinlaßventil-Stellung liefert, so daß nur kleinere Abweichungen vom Leistungsregler auszuregeln sind. Das Verfahren stellt im Fall einer vorgegebenen sprungförmigen Leistungserhöhung einen streng monotonen oder zumindest monotonen Übergang auf das neue Leistungsniveau sicher.

Die in DE 41 24 678 C2 beschriebene Abwandlung und Ergänzung des Verfahrens gemäß DE 36 32 041 C2 bewirkt, daß in den gesamten Regelvorgang auch die modellgestützte Wiederherstellung der Androsselung der Turbineneinlaßventile einbezogen wird.

Die aus den genannten Druckschriften bekannten Verfahren lassen sowohl die Betriebsarten "Kessel führt, Turbine folgt", als auch "Turbine führt, Kessel folgt" zu.

Allerdings arbeiten die aus den genannten Druckschriften bekannten Verfahren allein im Gleitdruckbetrieb, sind also nicht für Festdruckbetrieb geeignet.

Außerdem besteht Bedarf an einer weiteren Verbesserung bezüglich Geschwindigkeit und Stabilität der Ausregelung von Heizstörungen, die insbesondere bei Braunkohle-befeuerten Kesseln aufgrund der Kohlebeschaffenheit auftreten.

Aus EP-A2-0100 532 ist ein Verfahren zur Regelung der Leistung eines Dampfkraftwerksblocks mit einem Zwangsdurchlauf-Dampferzeuger bekannt. Die Brennstoffzufuhr zum Dampferzeuger wird durch einen Leistungsregler geregelt; eine zur

Regelung parallele Steuerung der Brennstoffzufuhr erfolgt nicht. Auch nicht eine direkte oder indirekte Steuerung der Turbineneinlaßventile.

Das Verfahren arbeitet mit einer Vordruck-Regelung. Dabei wird der vorgegebene Drucksollwert von einem Druck-Korrektursignal beeinflusst. Die Turbineneinlaßventile werden damit so verfahren, daß je nach Bedarf Dampf aus- oder eingespeichert wird. Das Korrektursignal wird mit einer modellmäßigen elektrischen Nachbildung des Dampferzeugerverhaltens gebildet. Der Nachbildung ist als Eingangssignal das Stellsignal des Leistungsreglers zugeführt. Damit ist jedoch nur ein geringer Grad der Koordination von Drucksollwert und Brennstoffzufuhr zu erreichen. Das dynamische Verhalten des Leistungsregler-Ausgangssignals ist nämlich nicht nur von dem Leistungsverhalten der Regelstrecke abhängig, sondern auch von den Parametern des Leistungsreglers.

Die in der EP-A2-0100 532 verwendete elektrische Nachbildung des Dampferzeugers und deren Verwendung ist nicht gleichzusetzen mit dem Prozeßmodell des Verfahrens gemäß DE 36 32 041 C2 oder DE 41 24 678 C2. Ein Regelverhalten im Sinne der eingangs genannten DVG-Anforderungen kann mit dem Verfahren nach EP-A2-0100 532 nicht vollständig erreicht werden, weil eine auszuspeichernde Leistungskomponente nicht explizit vorliegt. Es ist keine klare Trennung in der Erfassung der Wirkungen der Brennstoffzufuhr und der Turbinenregelventilstellung möglich. Das zur Bildung des Druckkorrektursignals benutzte Ausgangssignal des Leistungsreglers wird nämlich von der Regelabweichung "Leistung" beeinflusst, ist also von der elektrischen Leistung abhängig und somit von der Summe der brennstoff- und der ventilstellungsabhängigen Leistungskomponenten, deren Größe jedoch nicht bekannt ist. Eine zur Erfüllung der eingangs beschriebenen Anforderungen exakte gezielte Ansteuerung des Drucksollwertes ist daher nicht möglich.

Der Erfindung liegt ausgehend von dem Verfahren gemäß DE 36 32 041 C2 die Aufgabe zugrunde, eine Weiterentwicklung anzugeben, die eine schnellere Ausregelung von Heizstörungen ermöglicht und auch eine Variante für Festdruckbetrieb zuläßt. Eine Einhaltung der DVG-Anforderungen einschließlich eines mindestens monotonen Übergangs auf ein neues Leistungsniveau soll ebenso weiterhin gegeben sein wie auch ein vorwiegend gesteuerter Eingriff in den Prozeß. Außerdem soll eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben werden.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zur Steuerung und Regelung der Leistung eines Dampfkraftwerksblocks nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und geeignete Steuer- und Regel-Einrichtungen sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens bestehen unter anderem darin, daß durch den Einbezug der Vordruckregelung eine sehr schnelle und stabile Ausregelung und damit auch stabile Haltung des FD-Druckes, der den Heizstörungen unterliegt, und durch eine gut an die jeweilige Betriebsart angepaßte Nachbildung des Regelstreckenverhaltens ein praktisch nur gesteuerter Übergang auf ein neues Leistungsniveau erreicht wird. Durch die Aufschaltung der Leistungsregelabweichung auf den Dampfdrucksollwert wird nicht nur der Fehler des Prozeßmodells praktisch eliminiert, sondern die ganze Blockregelung stabiler.

Das Verfahren kann sowohl mit einer universell für mehrere wählbare Betriebsarten eingerichtete Einrichtung, als auch mit einer vereinfachten, für eine bestimmte Betriebsart ausgestattete Steuer- und Regeleinrichtung durchgeführt werden.

Eine ausführliche Beschreibung der Erfindung erfolgt nachstehend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

- Fig. 1 Gesamtanordnung einer Steuer- und Regeleinrichtung mit einem universellen Prozeßmodell für unterschiedliche Betriebsarten,
- Fig. 2 Blockschema des universellen Prozeßmodells der Anordnung gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 Abwandlung der Anordnung gemäß Fig. 1 oder 2 für einen Fall, in dem die Summationsstelle für ein vom Prozeßmodell geliefertes Ventilstellungs-Steuersignal und das Ausgangssignal des Vordruckreglers nicht zur Verfügung steht,
- Fig. 4 vereinfachte Ausführung der Steuer- und Regeleinrichtung für einen Dampfkraftwerksblock mit Vordruckregelung und für Gleitdruckbetrieb,
- Fig. 5 vereinfachte Ausführung der Steuer- und Regeleinrichtung für einen Dampfkraftwerksblock mit Vordruckregelung und für Festdruckbetrieb.

Die Fig. 1 und 2 zeigen eine universell für unterschiedliche Betriebsarten einstellbare Steuer- und Regeleinrichtung, wobei in Fig. 1 eine Gesamtanordnung dargestellt ist, deren Prozeßmodell in Fig. 2 im einzelnen gezeigt ist.

Einem in den Fig. 1 und 2 dargestellten, als universelles Prozeßmodell oder Universal-Prädiktor 100 bezeichneten Modell sind als Eingangssignale zugeführt:

Ein Brennstoff-Steuersignal B, die Leistungsregelabweichung P_d und ein vorgegebener Leistungssollwert P_v . Ausgangssignale sind - abhängig von

Betriebsarten-Umschaltern 115 bis 119 - ein Turbineneinlaßventil-Steuersignal S, ein Leistungssollwert P_s , ein Drucksollwertsignal D, ein Dampfdrucksollwert p_s und eine Drucksollwert-Komponente D_s .

Die Gesamtanordnung enthält noch weitere Betriebsartenumschalter 118 bis 120 und 125 bis 129, die mit Hilfe einer Betriebsarten-Wahleinrichtung 121 betätigt werden können. Die Betriebsarten-Wahleinrichtung 121 enthält zwei Zeilen mit Tasten, wobei je Zeile eine Wahl durch Tastendruck getroffen werden muß.

Wie eingangs dargelegt ist, bezieht sich die Erfindung auf eine Weiterentwicklung des Verfahrens und der Einrichtung, die bereits aus der DE 36 32 041 C2 bekannt sind. Einrichtungskomponenten, die bereits dort beschrieben sind und auch in der erfindungsgemäßen Einrichtung wieder verwendet sind, sind zur Erleichterung des Verständnisses mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Auch Signalbezeichnungen wurden übernommen.

Das Brennstoff-Steuersignal B wird in einem Funktionsbildner 33a, 33b in Abhängigkeit von geforderten Leistungsänderungen und mit einer angepaßten Übersteuerung gebildet.

Die als weiteres Eingangssignal dem Prozeßmodell 100 zugeführte vorgegebene Leistung P_v ist Ausgangssignal eines Funktionsbildners 19b, der einen mindestens monotonen Anstieg der Blockleistung P sicherstellt. Das Eingangssignal des Funktionsbildners 19b ist eine Sprungamplitude X, die von einem Leistungsanstiegsbegrenzer geliefert wird, der jeweils den durch Androsselung gegebenen Energievorrat berücksichtigt.

Das Prozeßmodell 100 enthält mehrere Funktionsbildner, nämlich einen Funktionsbildner 30 mit einer Übertragungsfunktion zwischen Dampfdruck und Brennstoff, einen Funktionsbildner 22 mit einer Übertragungsfunktion zwischen elektrischer Leistung und Brennstoff, einen Funktionsbildner 28 mit einer Übertragungsfunktion zwischen Dampfdruck und Ventilstellung, einen Funktionsbildner 102 mit einer Übertragungsfunktion zwischen Ventilstellung und Dampfdruck, einen Funktionsbildner 103 mit einer Übertragungsfunktion zwischen Ventilstellung und elektrischer Leistung und einen Funktionsbildner 21 mit ebenfalls einer Übertragungsfunktion zwischen Turbinenventilstellung und elektrischer Leistung. Weitere Komponenten des Prozeßmodells 100 sind ein P-Regler 63, Additionsstellen 20, 29, 106 bis 109, 104 und 114, ein Auswahlglied 105 und einen Multiplikator 111.

Außerhalb des Prozeßmodells 100 sind neben den obengenannten Komponenten ein Leistungsregler 2, ein Stellungsregler 3, ein Druckregler 4 und ein Vordruckregler 101 und Additionsstellen 8 bis 10, 12, 13, 31, 64, 110, 122 bis 124 angeordnet.

Die elektrische Schaltung der Komponenten und die Arbeitsweise der Einrichtung wird durch die Schalterstellungen festgelegt.

Durch Betätigung der Tasten a und G der Betriebsarten-Wahleinrichtung 121 werden die Schalter in die dem jeweils angegebenen Buchstaben entsprechende Position gebracht, wodurch eine Betriebsart "Turbine führt, Kessel folgt, Gleitdruck" festgelegt ist. Das in dieser Schaltung durchgeführte Steuer- und Regelverfahren ist bereits aus DE 36 32 041 bekannt. In dieser Betriebsweise wirkt der Leistungsregler 2 korrigierend auf die Turbinen-Regelventile, der Stellungsregler 3 wirkt mittels des Druckreglers 4 korrigierend auf den Brennstoff. Durch das Drucksollwertsignal D ist der Druckregler 4 während des Steuerprozesses praktisch inaktiv. Die Schaltungsanordnung ist festgelegt durch die Schalterstellungen 120/a, 119/a, 118/a, 127/a, 129/G und 128/a.

Durch Betätigung der Tasten a und F wird eine Betriebsart "Turbine führt, Kessel folgt, Festdruck" gewählt. Im Festdruckbetrieb erhält der Druckregler 4 seinen Sollwert von der Additionsstelle 124, wobei das im Prozeßmodell 100 gebildete Kopplungssignal D_s bewirkt, daß der Druckregler 4 inaktiv wird. Der Stellungsregler 3 ist abgeschaltet. Der Leistungsregler 2 und der Druckregler 4 wirken korrigierend auf den Brennstoff.

Durch Betätigung der Tasten b und G wird die Betriebsart "Kessel führt, Turbine folgt, Gleitdruck" festgelegt. Auch in dieser Betriebsart erfolgt eine Steuerung durch die Steuersignale B und S. Das Ventil-Steuersignal S wirkt mittels des Sollwertes des Stellungsreglers 3 (Schalter 127/b, 125/b) auf die Turbinenregelventile. Der Leistungsregler 2 wirkt korrigierend auf den Drucksollwert (Schalterstellungen 120/b, 119/b, 126/b, 129/G) und der Druckregler 4 (Schalter 128/b) über die Additionsstelle 8 auf den Brennstoff. Diese Betriebsweise ist - abgesehen von einer Aufschaltung der Regelabweichung P_d auf den Leistungsregler 2 mittels Additionsstelle 121 auf den Sollwert des Stellungsreglers 3 - aus der DE 36 32 041 bekannt. Erfindersich sind die nachstehend beschriebenen Verfahrensvarianten VG und VF.

Durch Betätigung der Tasten V und G wird die Betriebsweise "Kessel führt, Turbine folgt, Gleitdruck, Vordruckregelung" gewählt. Eine Beschreibung des Verfahrens erfolgt weiter unten anhand der Fig. 4 und 5.

Die angestrebte Inaktivhaltung des Vordruckreglers 101 während der Steuerung durch den vom Prozeßmodell 100 gelieferten Drucksollwert p_s wird - abweichend von der Anordnung gemäß Fig. 4 - durch die direkte Steuerung der Turbinenventile mittels Ventilsteuersignal S und der Aufschaltung an der Additionsstelle 9 erreicht. Da der Drucksollwert p_s den gleichen zeitlichen Verlauf, wie der

Istdruck hat, ist die Regelabweichung an der Additionsstelle 110 praktisch Null.

Durch Betätigung der Tasten V und F wird die Betriebsweise "Kessel führt, Turbine folgt, Festdruck, Vordruckregelung" gewählt. Analog zur vorgenannten Betriebsart VG werden auch hier die Turbinenregelventile direkt durch das Steuersignal S angesteuert.

Fig. 3 zeigt eine Abwandlung der Anordnung für den Fall, daß die Realisierung der Summationsstelle 9 nicht möglich ist. Die Turbinenregelventile können dann nur indirekt, d. h. mittels der gezielten Verstellung des jeweiligen Reglers 101 bzw. 2 angesteuert werden. Hierfür wird ein Schalter 140 in die der Betriebsart entsprechende Position gebracht und das Ventilsteuersignal S durch Funktionsbildner 141 bzw. 142 dynamisch verformt additiv auf den jeweiligen Sollwert über Additionsstellen 143 bzw. 144 aufgeschaltet. Die dynamische Verformung durch die Funktionsbildner 141 bzw. 142 erfolgt mit der Inversübertragungsfunktion des jeweiligen Reglers 101 bzw. 2.

Fig. 5 zeigt eine mit Bezugszeichen 133F versehene vereinfachte Ausführung des Prozeßmodells für ein Festdruckbetrieb mit Vordruckregelung. Abweichend von der Anordnung gemäß Fig. 1 wird hier eine Regelstrecke 1b betrachtet, die außer dem Kraftwerksblock 1 den Vordruckregler 101 umfaßt. Das dynamische Verhalten der Regelstrecke 1b wird durch einen Funktionsbildner 131 nachgebildet. Die Funktionsweise der Anordnung gemäß Fig. 5 ist nachstehend beschrieben.

Der Brennstoff wird durch Steuersignal B angesteuert. Seine Auswirkung auf die Leistungserhöhung bei eingeschaltetem Vordruckregler 101 wird durch den Funktionsbildner 131 nachgebildet. An der dem Funktionsbildner 131 nachgeschalteten Additionsstelle 20 wird durch Subtraktion der vom Funktionsbildner 131 gelieferten Leistungskomponente P_B von der vorgegebenen Leistung P_V ein Leistungsteil P_{pS} gebildet, der aus dem Kessel auszuspeichern ist durch gezielte Ansteuerung des Drucksollwertes p_s . Der dazu benötigte zeitliche Verlauf des Drucksollwertes p_s wird durch einen Funktionsbildner 132 als Komponente $p_{s,V}$ ermittelt. Diese Drucksollwertkomponente $p_{s,V}$ wird an der Additionsstelle 109 zum festen Drucksollwert, dem Nenn-Drucksollwert $p_{s,N}$ addiert. Im Idealfall der Steuerung, d. h. bei exakter Nachbildung des Regelstreckenverhaltens durch die Signale B und p_s bleibt die Leistungsregelabweichung P_d Null. Bei Abweichungen von diesem Idealfall wirkt der Leistungsregler 2 über die Additionsstelle 8 korrigierend auf den Brennstoffmassenstrom $\dot{m}_B$. Zur Verbesserung der Leistungsdynamik wird die Regelabweichung über die Additionsstelle 108 nach einer Verstärkung durch den Multiplikator 111 dem Drucksollwert aufgeschaltet.

Da im Beharrungszustand das Ausgangssignal der Additionsstelle 108 Null sein muß, wird diese Bedingung durch eine Rückführung R_V des Ausgangssignals der Additionsstelle 108 über einen Multiplikator 113 und die Additionsstelle 64 auf das Brennstoffsteuersignal B sichergestellt.

Fig. 4 zeigt eine ganz ähnliche Anordnung wie Fig. 5, jedoch für einen Gleitdruckbetrieb mit Vordruckregelung. Dem Drucksollwert p_S wird in diesem Fall statt dem Nenn-Drucksollwert $p_{S,N}$ an der Additionsstelle 109 ein Steuersignal D_B aufgeschaltet. Das Steuersignal D_B wird in einem Funktionsbildner 136 gebildet; sein zeitlicher Verlauf entspricht der Änderung des Frischdampfdruckes als Antwort auf den durch die Steuerung (B) veränderten Brennstoffmassenstrom $\dot{m}_B$. Die Leistungskomponente P_B wird in einem an den Gleitdruckbetrieb angepaßten Funktionsbildner 134 gebildet.

Während die in den Fig. 4 und 5 dargestellten Prozeßmodelle 133G, 133F jeweils für eine bestimmte Betriebsart eingerichtet sind, können mit dem universellen Prozeßmodell 100 gemäß Fig. 3 alle oben beschriebenen Betriebsarten gefahren werden. Die Nachbildung der Leistungskomponente P_B für Gleitdruck und Festdruck erfolgt dabei unterschiedlich, je nach Stellung des Schalters 115.

Solange man sich im Leistungsregelbereich mit gleitendem FD-Druck befindet, sind - beim Schalter 115 in G-Position - die Signale aus den Funktionsbildner 102 und 103 Null. Wenn der durch den Funktionsbildner 30 nachgebildete FD-Druck nach einer Leistungserhöhung durch das Brennstoffsteuersignal B den Nenn-Drucksollwert $p_{S,N}$ übersteigt, wird die anstehende Differenz mittels des Auswahlglieds 105 und der Additionsstelle 106 erfaßt. Mittels der Funktionsbildner 102, 103 und der Additionsstelle 104 werden erstens die Nachbildung der Leistungskomponente P_B für den Festdruck aktiviert und zweitens die Turbinenregelventile durch das Signal S_p weiter geöffnet. Nach der Einspeicherung der Wärmeenergie im Kessel wird nur das Signal S_Y am Ausgang des Funktionsbildners 20 zu Null und zwar auf Grund der Wirkung der Rückführung $R_{1,2}$ (oder R_V bei entsprechender Stellung des Schalters 117). Wenn der Betrieb mit dem Vordruckregler erfolgt, steht der Schalter 116 in G-Position; im Leistungsregelbereich, in dem das Ausgangssignal der Additionsstelle 106 nicht Null ist, wird das ursprünglich vom Funktionsbildner 30 gelieferte Signal D_B durch das Signal von 106 in 107 für den Festdruck eingestellt, d. h. das Signal D_B entspricht dem Nenn-Drucksollwert $p_{S,N}$.

Für die Betriebsweise mit Festdruck im ganzen Leistungsregelbereich des Kraftwerksblockes ist der Schalter 115 in F-Position zu bringen und hierbei werden die Ausgangssignale der Funktionsbildner 102 und 103 leistungsmäßig verändert.

Durch das Signal S_Y wird die Leistung aus dem Kessel ausgepeichert und durch die Wirkung der jeweiligen obengenannten Rückführung wird das Signal S_Y wiederum zu Null gebracht.

Bezugszeichenliste

1	Kraftwerksblock
2	Leistungsregler
3	Stellungsregler
4	Druckregler
8	Brennstoffwerte-Additionsstelle
9	erste Stellwerte-Additionsstelle
10	zweite Stellwerte-Additionsstelle
11	Ventilstellungs-Sollwertsteller
12	Druckwerte-Additionsstelle
13	Leistungswerte-Additionsstelle
19b	Funktionsbildner (nichtlineares Glied erster Ordnung dessen Zeitkonstante T abhängig ist von der Sprungamplitude X)
20	Additionsstelle (Bildung des fehlenden Leistungsteils P_{ps})
21	Funktionsbildner (Übertragungsfunktion zwischen Turbinenventilstellung und elektrischer Leistung)
22	Funktionsbildner (Übertragungsfunktion zwischen elektrischer Leistung und Brennstoff)
28	Funktionsbildner (Übertragungsfunktion zwischen Dampfdruck und Ventilstellung)
29	Additionsstelle
30	Funktionsbildner (Übertragungsfunktion zwischen Dampfdruck und Brennstoff)
31	Additionsstelle
33a,b	Funktionsbildner (Übersteuerung des Signals P_{t2} , unterschiedlich für sprungförmige oder rampenförmige Leistungsänderung)
63	P-Regler
64	Additionsstelle
100	Universal-Prädiktor
101	Vordruck-Regler
102	Funktionsbildner (Übertragungsfunktion zwischen Ventilstellung und Dampfdruck)
103	Funktionsbildner (Übertragungsfunktion zwischen Ventilstellung und elektrischer Leistung)
104	Additionsstelle
105	Auswahlglied
106	Additionsstelle
107	Additionsstelle
108	Additionsstelle
109	Additionsstelle
110	Additionsstelle

111	Multiplikator		P_{f2}	Leistungssollwertkomponente (von Netzfrequenzabweichung abhängig)
112	Multiplikator		P_d	Leistungsregelabweichung
113	Multiplikator		P_{pS}	
114	Additionsstelle		P_S	Leistungs-Sollwert
115	Schalter	5	$(P_B)_{F,G}$	nachgebildete Brennstoff abhängige Leistungskomponente im F- oder G-Betrieb
116	Schalter		P_V	vorgegebener Leistungssollwert
117	Schalter		$R_{1,2}$	Rückführung
118	Schalter		R_V	Rückführung
119	Schalter		S	Ventil-Steuersignal
120	Schalter	10	S_V	Ausgangssignal des Funktionsbildners 20
121	Betriebsarten-Wahleinrichtung (zwei Parameter müssen festgelegt werden)		S_p	Ausgangssignal des Funktionsbildners 102
122	Additionsstellen		T	Zeitkonstante
123	Additionsstellen		X	Sprungamplitude
124	Additionsstellen	15	Y	Turbinenventilstellung
125	Schalter			
126	Schalter			
127	Schalter			
128	Schalter			
129	Schalter	20		
131	Funktionsbildner (bildet Auswirkung der Brennstoffzufuhr auf die Leistungserhöhung nach)		Betriebsarten-Bezeichnungen	
132	Funktionsbildner (Nachbildung des zeitlichen Verlaufs des Drucksollwertes)	25	a	Turbine führt
133F	Prädiktor für Festdruckbetrieb		b	Kessel führt
133G	Prädiktor für Gleitdruckbetrieb		F	Festdruck
134	Funktionsbildner (Übertragungsfunktion zwischen elektrischer Leistung und Brennstoff)	30	G	Gleitdruck
135	Umsetzer (Übertragungsfunktion zwischen Drucksollwert und elektrischer Leistung)		V	Vordruckregelung
140	Schalter	35		
141	Funktionsbildner (inverse Übertragungsfunktion des Vordruckreglers)			
142	Funktionsbildner (inverse Übertragungsfunktion des Leistungsreglers)			
143	Additionsstelle	40		
144	Additionsstelle			
Signalbezeichnungen				
B	Brennstoff-Steuersignal	45		
D	Drucksollwertsignal			
D_B	Drucksollwert-Komponente			
D_S	Drucksollwert-Komponente (Entkopplungssignal für Druckregler)			
K	Korrekturfaktor	50		
m_B	Brennstoff Massenstrom			
m_B	Brennstoff-Massenstrom-Änderung			
p	Dampfdruck-Istwert			
p_S	Dampfdruck-Sollwert			
$p_{S,N}$	Dampfdruck-Sollwert bei Nennleistung (max. Dampfdruck)	55		
$P_{S,V}$	Dampfdruck-Sollwert-Komponente			
P	Blockleistung, elektrisch			

Patentansprüche

- Verfahren zur Steuerung und Regelung der Leistung eines Dampfkraftwerkblocks mit Hilfe einer Steuer- und Regeleinrichtung, die ein Prozeßmodell, das das dynamische Verhalten des Kraftwerksprozesses nachbildet und einen Leistungsregler enthält, wobei
 - ein durch Androsselung der Turbineneinlaßventile gegebener Energievorrat erfaßt und mit einer Leistungskomponente eingesetzt wird, die eine Leistungserhöhung mit streng monotonem oder monotonem Übergang auf ein höheres Leistungsniveau sicherstellt, und
 - ein Übergang auf ein neues Leistungsniveau mit Hilfe von Signalen (B,S) für einen gesteuerten Eingriff in die Brennstoffzufuhr und die Turbinenventilstellung im wesentlichen gesteuert erfolgt, so daß die Regeleinrichtung weitgehend inaktiv bleibt, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe eines Vordruckreglers (101) eine Frischdampf-Vordruckregelung einbezogen ist, wobei
 - das Prozeßmodell (100, 133) einen Dampfdruck-Sollwert (p_S) für den Vordruckregler (101) bildet, und wobei dieser bewirkt, daß auch der Vordruckregler (101) weitgehend inaktiv bleibt,

- d) der Dampfdruck-Sollwert (p_s) für Gleit- bzw. Festdruckbetrieb auf unterschiedliche Weise gebildet wird,
- e) dem Dampfdruck-Sollwert (p_s) additiv (108) die Regelabweichung (P_d) des Leistungsreglers (2), der unmittelbar und korrigierend auf die Brennstoffzufuhr wirkt, aufgeschaltet wird, und
- f) das Ausgangssignal des Vordruckreglers (101) additiv (9) auf das Steuersignal (S) zur Bildung des Stellsignals (Y) für die Turbineneinlaßventile aufgeschaltet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dampfdruck-Sollwert (p_s) im Festdruckbetrieb gebildet wird auf der Basis einer Nachbildung der zu erwartenden Dampfdruckänderung (F_{BP})_G als Reaktion auf eine geänderte Brennstoffzufuhr.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dampfdruck-Sollwert (p_s) im Gleitdruckbetrieb gebildet wird auf der Basis einer Nachbildung der zu erwartenden Leistungsänderung (F_{BP})_G als Reaktion auf eine geänderte Brennstoffzufuhr.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch abgewandelt, daß das Ausgangssignal des Vordruckreglers (101) nicht additiv auf das Steuersignal (S) zur Bildung des Stellsignals (Y) für die Turbineneinlaßventile aufgeschaltet wird, sondern das Steuersignal (S) mit der jeweiligen Inversübertragungsfunktion ($1/F_R$) des Leistungs- bzw. des Vordruckreglers dynamisch verformt dem jeweiligen Sollwert (P_s, p_s) additiv (143, 144) aufgeschaltet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch abgewandelt, daß das Ausgangssignal des Vordruckreglers (101) nicht additiv auf das Steuersignal (S) zur Bildung des Stellsignals (Y) für die Turbineneinlaßventile aufgeschaltet wird, sondern das Ausgangssignal des Vordruckreglers (101) direkt als Stellgröße (Y) zur Turbineneinlaßventilstellung verwendet ist.
6. Einrichtung zur Steuerung und Regelung der Leistung (P) eines Dampfkraftwerkblocks (1), die nachstehende Komponenten enthält:
- a) ein Prozeßmodell (100), das auf Grund einer Leistungssollwertvorgabe (P_V), die eine Leistungserhöhung mit streng monotonem oder mindestens monotonem Verlauf bewirkt, Steuersignale (B,S) bildet für eine Steuerung der Brennstoffzufuhr ($\dot{m}_B$) und der Turbineneinlaßventilstellung (Y),
- b) einen Leistungsregler (2),
- c) einen Turbineneinlaßventil-Stellungsregler (3), und
- d) einen Dampfdruckregler (4),
- dadurch gekennzeichnet, daß
- e) außerdem ein Frischdampf-Vordruckregler (101) angeordnet ist,
- f) das Prozeßmodell (100) als universelles Modell mit Einstellmöglichkeit auf je eine der in den Merkmalen g) und h) genannten Betriebsarten (F,G,V,a,b) ausgeführt ist,
- g) Mittel (115, 116, 121, 129) vorhanden sind zur wahlweisen Umschaltung auf eine der Betriebsarten Gleitdruck (G) oder Festdruck (F), und
- h) Mittel (117 bis 121, 125 bis 128) vorhanden sind zur wahlweisen Umschaltung auf eine der Betriebsarten "FD-Vordruckregelung" (V) oder "Turbine führt, Kessel folgt" (a) oder "Kessel führt, Turbine folgt" (b).
7. Einrichtung zur Steuerung und Regelung der Leistung (P) eines Dampfkraftwerksblocks (1d) die nachstehende Komponenten enthält:
- a) ein Prozeßmodell (133F, 133G), das auf Grund einer Leistungssollwertvorgabe (P_V), die eine Leistungserhöhung mit streng monotonem oder mindestens monotonem Verlauf bewirkt, ein Steuersignal (B) für eine Steuerung der Brennstoffzufuhr ($\dot{m}_B$) bildet, und
- b) einen Leistungsregler (2)
- dadurch gekennzeichnet, daß
- c) im Dampfkraftwerksblock (1d) ein FD-Vordruckregler (101) angeordnet ist, der eine Stellgröße (Y) zur Einstellung der Turbineneinlaßventile liefert, und
- d) das Prozeßmodell (133F, 133G) Mittel (131, 20, 132, 108, 109) für Festdruckbetrieb, bzw. (134 bis 135, 20, 108, 109, 111) für Gleitdruckbetrieb) aufweist, zur Bildung eines Wärme-/Leistungs- oder Brennstoff-abhängigen FD-Drucksollwertes (p_s), der dem Vordruckregler (101) als Sollwert zugeführt ist.

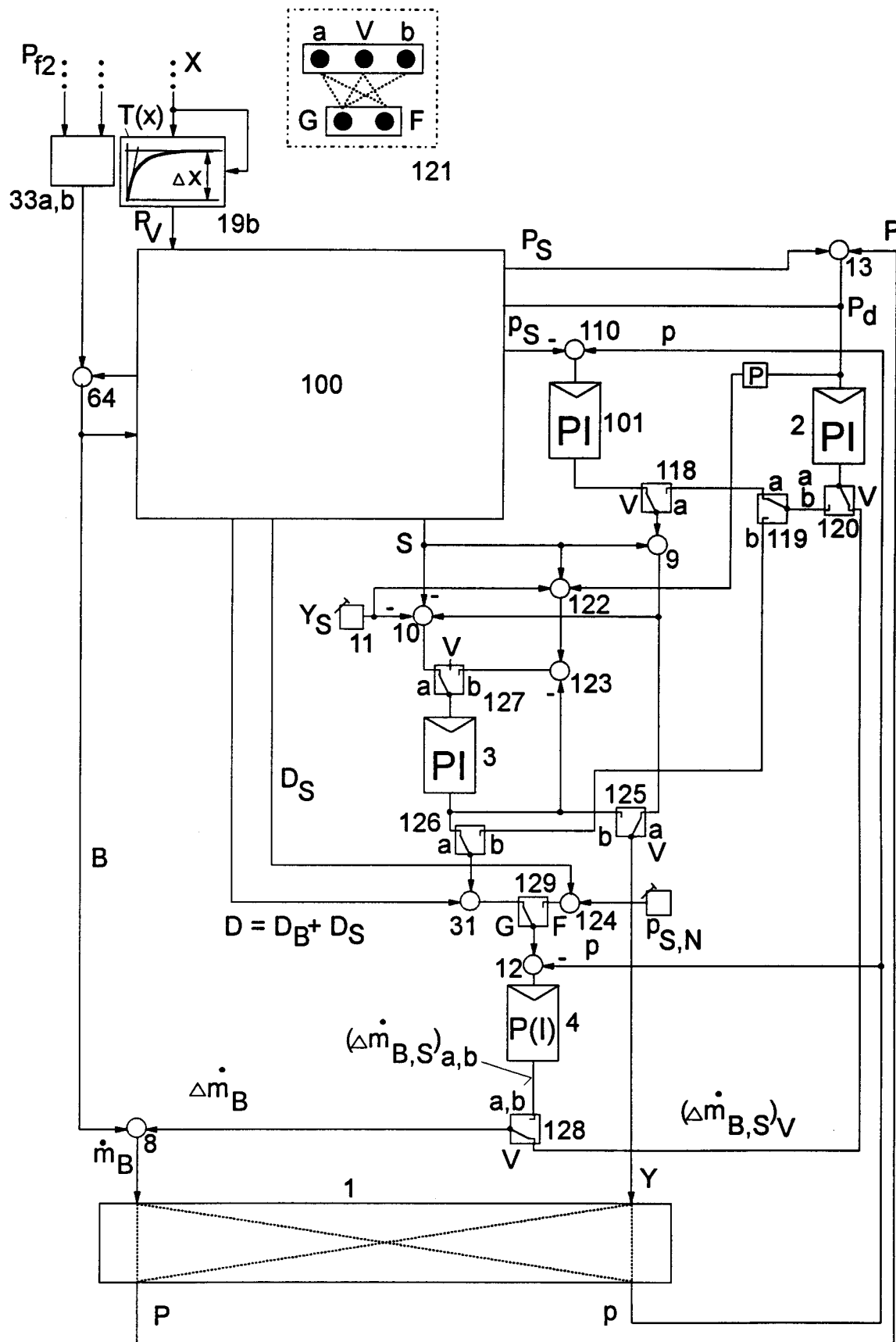


Fig. 1

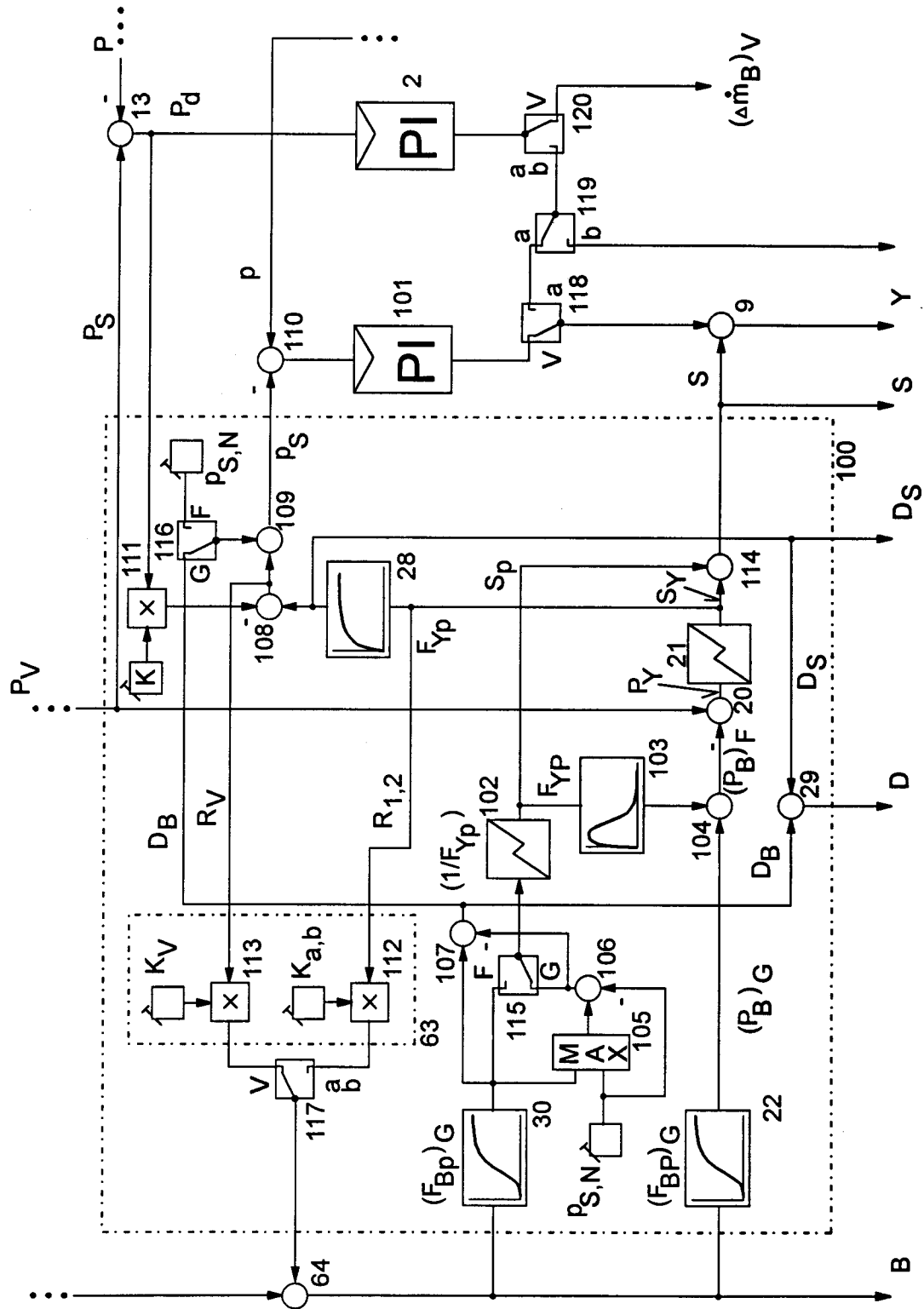


Fig. 2

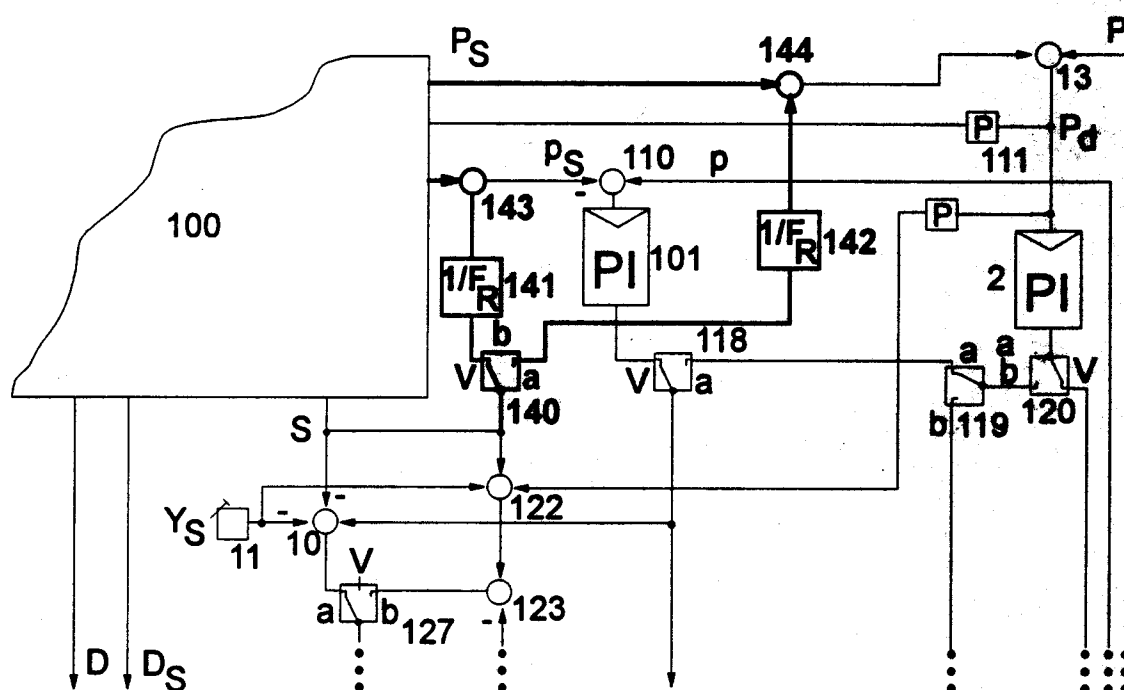


Fig. 3

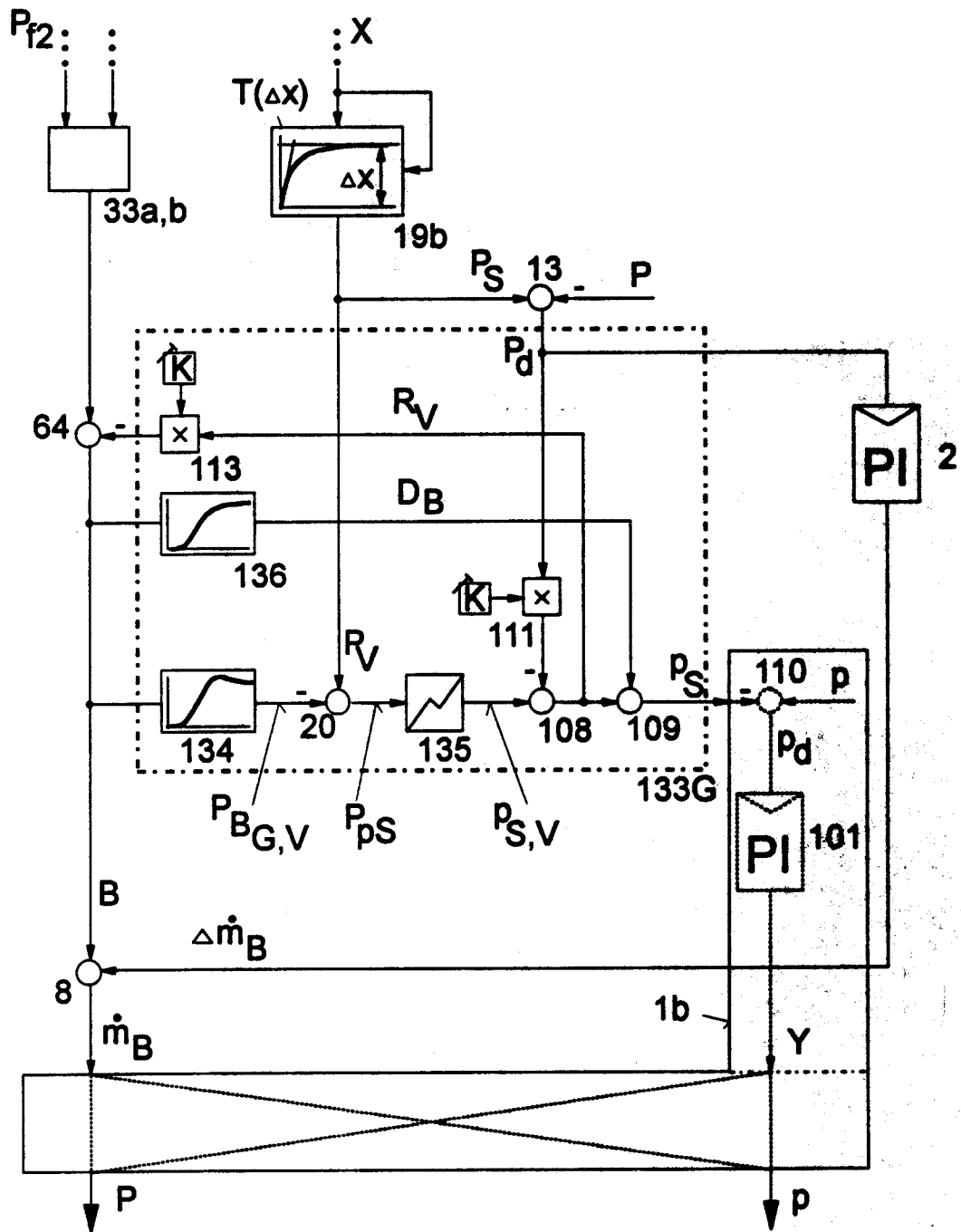


Fig. 4

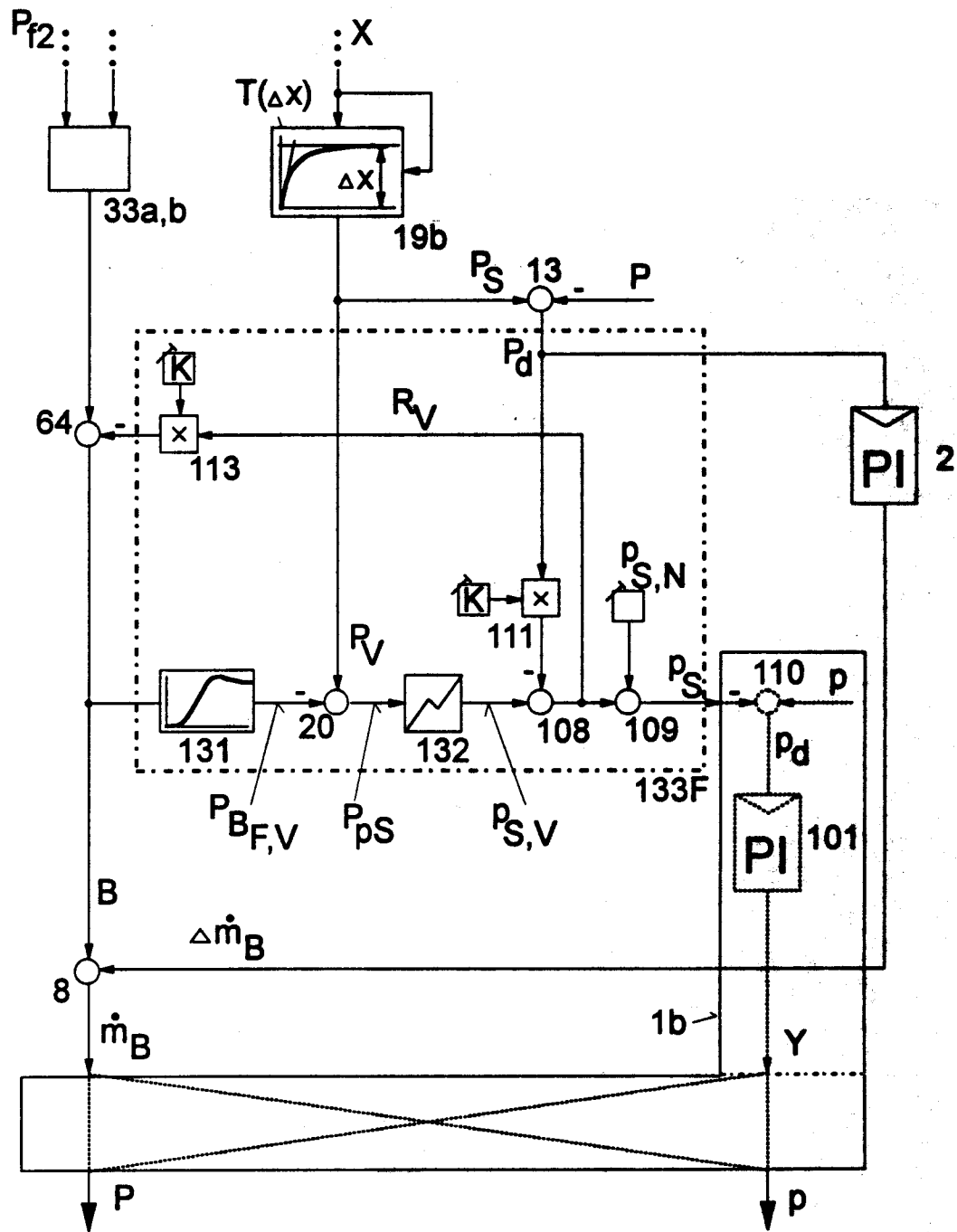


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 7786

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,D	DE-A-36 32 041 (BROWN BOVERI) * Spalte 6, Zeile 36 - Spalte 9, Zeile 67; Abbildungen * ---	1,6,7	F01K13/02
A,D	EP-A-0 100 532 (SIEMENS) * das ganze Dokument * ---	1,6,7	
A	VGB KRAFTWERKSTECHNIK, Bd. 71, Nr. 1, Januar 1991 ESSEN DE, Seiten 4-13, XP 000178871 R. SINDELAR 'Gewährleistung der Sekundendynamik eines Dampfkraftwerksblockes' ---		
A	DE-A-35 41 148 (MAN) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23.August 1995	Prüfer Van Gheel, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			