



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

0 108 928
A2

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 83110099.5
Anmeldetag: 10.10.83

Int. Cl.³: **F 01 K 13/02**

Priorität: 11.11.82 DE 3241799

Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Berlin und München Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 23.05.84
Patentblatt 84/21

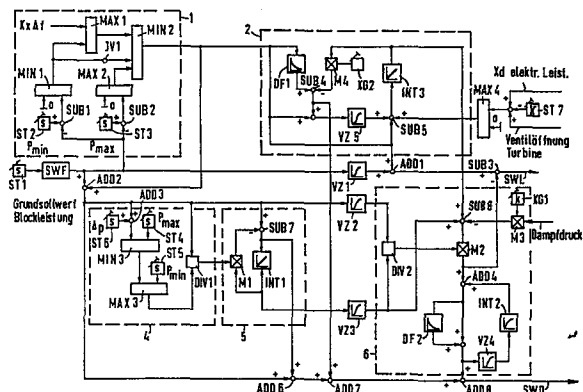
Benannte Vertragsstaaten: AT CH DE IT LI NL SE

Erfinder: **Renze, Heinrich, Ing.grad., Kurpfalzstrasse 6, D-6749 Freckenfeld (DE)**

Verfahren zum Regeln eines Kraftwerkblockes.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln eines eine Turbine und einen Dampferzeuger enthaltenden Kraftwerkblockes, bei dem der Grundsollwert für die Blockleistung nach einer Zeitverzögerung (VZ1), die gleich der Verzugszeit des Dampferzeugers ist, als Sollwert für die elektrische Leistung an der Turbine und als Sollwert für den Dampferzeuger verwendet wird. Erfindungsgemäß ist ein Regler (6) vorgesehen, der eine der Differenz zwischen Leistungsist- und -sollwert entsprechende Größe von dem Sollwert für die elektrische Leistung subtrahiert (SUB3) und zu dem dem Dampferzeuger zugeführten Sollwert addiert (ADD8).

Hauptanwendungsgebiet der Erfindung ist die Regelung von fossil gefeuerten Kraftwerksblöcken.



EP 0 108 928 A2

5 Verfahren zum Regeln eines Kraftwerkblockes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln eines eine Turbine und einen Dampferzeuger enthaltenden Kraftwerkblockes, bei dem der Grund-
sollwert für die Blockleistung dem Dampferzeuger als Grundsollwert für
10 die Dampferzeugung und der Turbinenregelung als Grundsollwert für die
elektrische Leistung zugeführt ist.

In der Zeitschrift "Regelungstechnische Praxis und Prozeßrechentechnik",
1974, Seiten 9 bis 16 ist ein Verfahren beschrieben, das als gesteu-
15 ter bzw. modifizierter Gleitdruckbetrieb bezeichnet wird und bei dem
der Regelkreis für den Dampferzeuger mit dem Dampfdruck als Regelgröße
und der für die Turbine mit der Leistung als Regelgröße getrennt wird.
Durch Verändern der Öffnung des Turbineneinlaßventils wird die Leistung
auf den Sollwert eingeregelt. Der Dampferzeuger soll die Lastschw-
20 kungen ausregeln, die Öffnung des Turbineneinlaßventils soll in einem
weiten Leistungsbereich konstant bleiben. In der DE-OS 24 23 082 ist
ferner angegeben, die Frequenz der erzeugten Wechselspannung mit einer
Sollfrequenz zu vergleichen und das der Abweichung entsprechende Signal
dem Sollwert für die Leistung bzw. dem Steuersignal für den Stellantrieb
25 des Turbinenöffnungsventils aufzuschalten. Bei derartigen Verfahren
handelt es sich um Regelstrecken ohne Ausgleich, so daß eine stabile
Regelung der Dampferzeugung wegen der Trägheit des Dampferzeugers nur
schwierig erreicht werden kann. Ist z. B. bei einer Kohlefeuerung
die Verzugszeit relativ groß, so muß der Dampfdruck, der bereits als
30 Regelgröße für den Dampferzeuger verwendet wird, zusätzlich zur Sta-
bilisierung proportional auf die Regelung der Turbine geschaltet wer-
den. Dampfdruck und Leistungsregelung beeinflussen sich gegenseitig,
so daß eine Mitkopplung zwischen der Dampferzeuger- und der Leistungs-
regelung mit der Turbine vorhanden ist. Ein weiterer Nachteil einer
35 solchen Regelung ist, daß auch bei gezielten Laständerungen und bei
Beheizungsstörungen der Dampfspeicher über die Leistungsregelung mit
der Ventilöffnung der Turbine als Stellglied in Anspruch genommen

wird, so daß nicht nur die Dampfdruckregelung mit dem Dampferzeuger erschwert wird, sondern der Dampferzeuger nicht schonend gefahren wird.

- 5 Aus der DE-OS 29 03 658 ist ein Verfahren bekannt, bei dem keine Mitkopplung zwischen der Dampferzeugerregelung und der Steuerung der Öffnung des Turbinenventils besteht und die Dampferzeugerregelung daher sehr stabil eingestellt werden kann. Der Speicherdampf wird nur im Falle von plötzlichen Abweichungen der Frequenz von der
- 10 Sollfrequenz in Anspruch genommen, wodurch sich eine schonende Fahrweise für den Dampferzeuger ergibt. Damit einem Frequenzabfall entgegengewirkt werden kann, ist das Ventil im Gleitdruckbetrieb nicht voll, sondern nur teilweise geöffnet. Im Falle eines Frequenzanstieges wird die Ventilöffnung verkleinert. Das bekannte Verfahren soll
- 15 somit in einem weiten Lastbereich, dem Gleitdruckbereich, in der Weise ablaufen, daß bei Änderungen des Sollwertes für die abzugebende Leistung, also bei gezielten Laständerungen oder bei Schwankungen der abgegebenen Leistung, z. B. infolge von Beheizungsstörungen, die Öffnung des Turbinenventils konstant bleibt und nur der Dampferzeuger
- 20 nachgeregelt wird. Nur bei plötzlichen Änderungen der Netzfrequenz wird in dieser Betriebsart die Turbinenventilöffnung geändert und damit der Dampfspeicher in Anspruch genommen. Im unteren und oberen Lastbereich wird im sogenannten Festdruckbetrieb gearbeitet, d. h., zur fahrplanmäßigen Leistungsänderung wird bei konstantem Dampf-
- 25 druck die Öffnung des Turbineneinlaßventils verändert. Damit der Dampfspeicher nicht in Anspruch genommen wird, erfolgt die Verstellung des Sollwertes für die Ventilöffnung über ein Verzögerungsglied, mit welchem die Verzugszeit des Dampferzeugers nachgebildet wird. Da durch diese Maßnahme die Ventilöffnung erst mit der veränderten
- 30 Dampferzeugung verstellt wird, bleibt der Dampfdruck bei einer Laständerung konstant. Bei diesem bekannten Verfahren wird das Speicherverhalten des Dampferzeugers nur unvollständig berücksichtigt. Auch werden keine Maßnahmen vorgeschlagen, mit denen im Falle einer Beheizungsstörung die Ventilöffnung nicht verändert wird. Für die Aus-
- 35 regelung von Frequenzabweichungen ist eine exakte Nachbildung des lastabhängigen Zeitverhaltens des Dampferzeugers erforderlich.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem die dynamischen Vorgänge bei Leistungsänderungen stärker berücksichtigt werden als bei den bekannten Verfahren und dadurch die Steuer- und Regelvorgänge besser getrennt sind und bei dem ferner die Inbetriebnahme vereinfacht ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 genannten Maßnahmen gelöst.

10

Damit im Falle einer veränderten Einstellung des Sollwertes für die Leistung sich der Dampfdruck möglichst schnell auf die geforderte Leistung einstellt, wird der Dampferzeuger vorteilhaft kurzzeitig übersteuert, damit der Speicher des Dampferzeugers auf den neuen Dampfdruck auf- bzw. entladen wird. Hierzu wird vorzugsweise ein erster der Öffnung des Turbineneinlaßventils entsprechender Wert gebildet und dem einen Eingang eines Multiplizierers zugeführt, dessen Ausgangssignal vom Grundsollwert für die Blockleistung subtrahiert wird. Der Differenzwert wird dem Grundsollwert für den Dampferzeuger aufgeschaltet und dem Eingang eines das Speicherverhalten des Dampferzeugers nachbildenden Integrators zugeführt, an dessen Ausgang der zweite Eingang des Multiplizierers angeschlossen ist.

Soll jedoch der Dampferzeuger besonders schonend gefahren und aus diesem Grunde nicht übersteuert werden und soll auch der Dampfspeicher im Falle einer Leistungsänderung nach Fahrplan nicht in Anspruch genommen werden, wird der Differenzwert vom Sollwert für die elektrische Leistung subtrahiert.

30

Zur Frequenzstützung wird vorteilhaft ein der Frequenzabweichung vom Sollwert entsprechendes Signal dem Sollwert für die elektrische Leistung, also zur Steuerung des Turbinenventils, und dem Sollwert für den Dampferzeuger zugeführt. Zur Auf- bzw. Entladung des Speichers des Dampferzeugers kann das der Frequenzabweichung entsprechende Signal direkt sowie über ein der Verzugszeit des Dampfer-

35

zeugers entsprechendes Verzögerungsglied auf eine Subtraktionsstufe geführt sein, deren Ausgangssignal dem Sollwert für den Dampferzeuger aufgeschaltet ist.

- 5 Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnungen näher beschrieben und erläutert.

Es zeigen

Figur 1 den Funktionsplan eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei dem im Falle einer fahrplanmäßigen Laständerung ohne Inanspruchnahme des Dampfspeichers der Dampferzeuger rasch auf die neue Leistung eingestellt wird,

Figur 2 Diagramme zur Verdeutlichung der Funktion des Ausführungsbeispiels nach Figur 1,

15 Figur 3 den Funktionsplan eines Ausführungsbeispiels, bei dem im Falle einer fahrplanmäßigen Leistungsänderung der Dampferzeuger ohne Übersteuerung auf die neue Leistung eingestellt wird,

Figur 4 den Funktionsplan eines Ausführungsbeispiels, bei dem im Falle einer fahrplanmäßigen Leistungsänderung der Dampfspeicher in Anspruch genommen wird, und

20 Figur 5 den Funktionsplan des Ausführungsbeispiels eines Dampfdruckreglers mit veränderlichem Ausgleichsgrad der Regelstrecke.

Bei dem in Figur 1 veranschaulichten Ausführungsbeispiel wird, wie bekannt, die elektrische Leistung mit dem Turbineneinlaßventil und der Dampfdruck mit dem Dampferzeuger geregelt. Der Grundsollwert für die Blockleistung wird entsprechend eines Fahrplanes mit einem Einsteller ST1 eingestellt und über eine nachgeschaltete Sollwertführung SWF an die Blockregelung weitergegeben. Dieser Grundsollwert für die Blockleistung wird unverzögert als Sollwert für die Dampferzeugung über eine Leitung SWD und über ein Verzögerungsglied VZl, dessen Zeitverhalten gleich dem des Dampferzeugers ist, als Sollwert für die elektrische Leistung über eine Leitung SWL weitergegeben.

35 In dem Verzögerungsglied VZl ist die Verzugs- und Anlaufzeit des Dampferzeugers nachgebildet. Diese Übergangsfunktion wird ermittelt, indem bei mit der Turbine konstant geregelttem Dampfdruck der Sollwert für den Dampferzeuger sprunghaft verstellt und der zeitliche

Verlauf der elektrischen Leistung aufgenommen wird. Da das Zeitverhalten des Dampferzeugers von der Leistung abhängig ist, muß die Übergangsfunktion bei mehreren, z. B. drei verschiedenen, Lastpunkten aufgenommen werden. Nach diesen Werten wird das Zeitverhalten der mit VZ1,
5 VZ2 ... bezeichneten Verzögerungsglieder vom Sollwert für die Blockleistung gesteuert.

Eine gestrichelt umrandete Einheit 4 dient zur Erzeugung eines Signals, das in etwa der Ventilöffnung entspricht. Im Gleitdruckbereich ist
10 innerhalb von Grenzsollwerten p_{\min} und p_{\max} , die mit Einstellern ST4, ST5 eingestellt werden, der Drucksollwert leistungsabhängig. Bei konstanter Drosselreserve im gesamten Gleitdruckbereich wird für die Bildung des Drucksollwertes in einem Addierer ADD3 zum Leistungssollwert ein konstanter Wert Δp , der mit einem Einsteller ST6 eingestellt
15 wird, addiert. Dem Addierer ADD3 und dem Einsteller ST4 ist eine Minimalauswahl MIN3 nachgeschaltet, an die der eine Eingang einer Maximalauswahl MAX3 angeschlossen ist, dem ferner der Grenzsollwert p_{\min} zugeführt ist. Am Ausgang der Maximalauswahl MAX3 entsteht ein Grundsollwert für den Dampfdruck. Seine Abhängigkeit vom Sollwert für die
20 Blockleistung ist im Diagramm p_{soll} der Figur 2 dargestellt. Durch die Addition der Konstanten Δp zum Leistungssollwert stellt sich über die noch zu beschreibende Leistungsregelung entsprechend der vorgegebenen Kennlinie "Dampfdruck in Abhängigkeit von der Leistung" die Ventilöffnung der Turbine lastabhängig ein, wie am Diagramm "Ventilöffnung" in
25 Figur 2 ersichtlich ist. Das der Ventilöffnung in etwa entsprechende Signal wird dadurch gebildet, daß ein Dividierer DIV1 den Grundsollwert für die Blockleistung durch den am Ausgang der Maximalauswahl MAX3 auftretenden Grundsollwert für den Dampfdruck dividiert.

30 Bei einer Änderung des Grundsollwertes für die Blockleistung ändert sich der Dampfdruck verzögert entsprechend der Speicherfähigkeit des Dampferzeugers, der Öffnung des Turbinenventils und dem Zeitverhalten des Dampferzeugers. Damit aufgrund einer Änderung des Grundsollwertes für die Blockleistung auch im Gleitdruckbereich (siehe Figur 2)
35 für einen Dampfdruckregler 6 keine Regeldifferenz entsteht, muß auch der Sollwert für den Dampfdruck entsprechend dem Istwert verzögert werden. Die Verzögerung der Dampfdruckänderung infolge der Ladung bzw. Entladung des Speichers im Dampferzeuger wird mit einer Anordnung 5

berücksichtigt, die aus einem Multiplizierer MI, einem Subtrahierer SUB7 und einem Integrator INT1 besteht, dessen Zeitkonstante gleich der Speicherzeitkonstante des Dampferzeugers ist. Da diese Schaltung entsprechend der Gleichung "Ventilöffnung x Druck = Leistung" aufgebaut ist, hat im statischen Zustand der Ausgang des Integrators den gleichen Wert wie der Drucksollwert am Ausgang der Maximalauswahl MAX3.

Im Gleitdruckbetrieb wird somit die Leistung des Dampferzeugers für die Beladung bzw. Entladung des Speichers zeitlich und dem Betrage nach so übersteuert, daß zwischen dem verzögerten Sollwert "Leistung" und der elektrischen Leistung keine Differenz entsteht. Während einer Leistungsänderung wird lediglich bei einer Regeldifferenz "Dampfdruck" über den Leistungsregler die Öffnung des Turbinenventils verändert, so daß der Dampfdruck sich auf die vorgegebene Kennlinie einstellt. Bei fahrplanmäßigen Leistungsänderungen wird der Speicher des Dampferzeugers nicht in Anspruch genommen. Dies bedeutet für den Dampferzeuger eine schonende Fahrweise.

Im Festdruckbereich, wenn der Drucksollwert p_{\min} oder p_{\max} ist, ändert sich bei einer Sollwertänderung der Blockleistung das Ausgangssignal des Integrators INT1 nicht, da dann die beiden Signale "Grundsollwert/Blockleistung" und das Produkt der Ausgangssignale des Dividierers DIV1 und des Integrators INT sich im gleichen Maße ändern, so daß das Differenzsignal am Ausgang des Subtrahierers SUB7 und damit das Eingangssignal des Integrators INT1 Null bleibt. Bei einer Änderung des Grundsollwertes der Blockleistung entsteht am Eingang des Integrators INT1 ein Signal, welches der durch das Zeitverhalten des Dampfspeichers verursachten Differenz zwischen erzeugtem und abgebenem Dampf entspricht. Dieses Signal wird auf den Grundsollwert für die Dampferzeugung geschaltet und entspricht dem für die Ladung bzw. Entladung des Speichers erforderlichen Dampf.

An den Integrator INT1 ist ein Verzögerungsglied VZ3 angeschlossen, mit dem die Verzögerung der Dampfdruckänderung infolge des Zeitverhaltens des Dampferzeugers für den Sollwert des Dampfdruckes berücksichtigt wird. An seinem Ausgang entsteht somit ein Signal, das bei einer Änderung des Grundsollwertes für die Blockleistung entsprechend

der Ventilöffnung der Turbine, der Speicherfähigkeit des Dampferzeugers und dem Zeitverhalten des Dampferzeugers verzögert ist. Dieses Signal kann als Drucksollwert für den Dampfdruckregler 6 verwendet werden.

5

Der Dampfdruckregler 6 dient vor allem zum Ausregeln von Beheizungsstörungen. Im Falle einer Beheizungsstörung ändert sich nämlich der Dampfdruck und über den Dampfdruckregler soll der Sollwert für den Dampferzeuger so geändert werden, daß die erzeugte Dampfleistung konstant bleibt. Aus dem vom Verzögerungsglied VZ3 gelieferten Sollwert für den Dampfdruck und dem in einem Multiplizierer M3 mit einer von einem Konstantengeber KG1 gelieferten Konstanten multiplizierten Dampfdruck bildet ein Subtrahierer SUB8 die Regelabweichung des Dampfdrucks. Der in einem Verzögerungsglied VZ2 verzögerte Grundsollwert für die Blockleistung wird in einem Dividierer DIV2 durch das Ausgangssignal des Verzögerungsgliedes VZ3 dividiert, so daß dessen Ausgangssignal der Öffnung des Turbinenventils entspricht. Dieser wird in einem Multiplizierer M2 mit dem Ausgangssignal des Subtrahierers SUB8, das ist die Regelabweichung des Dampfdrucks, multipliziert und erzeugt damit ein Signal, das der fehlenden oder zu großen Dampfleistung entspricht. Dieses Signal wird auf den Sollwert für den Dampferzeuger in einem Addierer ADD8 aufgeschaltet. Damit bei einer Beheizungsstörung die Ventilöffnung der Turbine konstant bleibt, wird das der Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" entsprechende Ausgangssignal des Multiplizierers M2 vom Sollwert für die elektrische Leistung in einem Subtrahierer SUB3 subtrahiert. Damit wird bei einer Beheizungsstörung die Ventilöffnung der Turbine nicht verstellt und der Speicher im Dampferzeuger nicht zusätzlich in Anspruch genommen. Der Dampfdruckregler kann entsprechend einer Regelstrecke mit 100 % Ausgleich sehr stabil eingestellt werden.

Bei einer Beheizungsstörung ist, wenn die Öffnung des Turbinenventils konstant und die Dampfdruckregelung abgeschaltet ist, der zeitliche Verlauf des Dampfdruckes vom Zeitverhalten und der Speicherzeitkonstanten des Dampferzeugers abhängig. Wenn dem Dampfdruckregler das Verhalten der Regelstrecke mitgeteilt wird, ist dieser Regler aufgrund seines Aufbaus bereits optimiert. Bei einer Beheizungsstörung wird die

am Ausgang des Multiplizierers M2 auftretende Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" (Regeldifferenz "Dampfdruck" x Sollwert "Ventilöffnung") ohne Bewertung, d. h. mit dem Faktor 1, zum Sollwert für die "Dampferzeugung" addiert. Parallel dazu wird dieses Signal in den Eingang
5 eines Dampferzeugermodells gegeben, das aus einem Verzögerungsglied VZ4, dessen Zeitverhalten gleich dem des Dampferzeugers ist, und einem Integrator INT2 besteht, dessen Zeitverhalten gleich der Speicherzeitkonstanten des Dampferzeugers ist. Das Ausgangssignal des Verzögerungsgliedes VZ4 entspricht der veränderten Dampferzeugung aufgrund des ver-
10 änderten Dampferzeugersollwertes. Da der Dampfdruck z. B. bei einer negativen Beheizungsstörung wieder aufgebaut werden muß, verzögert sich durch die Ladung des Dampfspeichers die Dampfabgabe des Dampferzeugers. Das Ausgangssignal des Integrators INT2 entspricht der ver-
15 änderten Dampfabgabe des Dampferzeugers, da in diesem Integrator die Speicherfähigkeit des Dampferzeugers nachgebildet ist. Der beschriebene Vorgang am Dampferzeugermodell spielt sich zeitlich und dem Betrage nach im Dampferzeuger in gleicher Weise ab; somit verringert sich die Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" um den Betrag, um den das Ausgangssignal des Integrators INT2 steigt. Wenn die Beheizungsstörung
20 ausgeregelt ist, entspricht das Ausgangssignal des Integrators INT2 dem Betrag der bleibenden Beheizungsstörung. Wird die Zeitkonstante des Verzögerungsgliedes VZ4 in Abhängigkeit von der Last entsprechend dem lastabhängigen Zeitverhalten des Dampferzeugers gesteuert, ist der Dampfdruckregler 6 für jede Last optimal eingestellt.

25

Um die Ausregelung einer Beheizungsstörung zu beschleunigen, kann zusätzlich mittels eines Differenziergliedes DF2 und eines Addierers ADD5 ein Vorhalt aufgeschaltet werden. Bei einem PID-Regler in der üblichen Ausführung wird der Vorhalt von der Regeldifferenz abge-
30 leitet. Demgegenüber wird in dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 der Vorhalt von der Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" und dem Ausgangssignal des Dampferzeugermodelles VZ4, INT2 abgeleitet. Dies hat den Vorteil, daß die Ausgangsgröße des Vorhaltes bei Verringerung der Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" ohne die Polarität zu wechseln auf Null zurück-
35 geht.

Wie schon erläutert, bleibt im Festdruckbereich, wenn der Dampfdruck p_{\min} oder p_{\max} ist (siehe Figur 2), das Signal am Eingang des Integrators INT1 Null. Damit ist das Ein- und das Ausgangssignal des Verzögerungsgliedes VZ3 konstant, und zwar p_{\min} oder p_{\max} . Im

5 Festdruckbetrieb ändert sich bei einer Verstellung des Grundsollwertes für die Blockleistung der Sollwert für die elektrische Leistung bei konstanter Öffnung des Turbinenventils ohne zeitliche Verschiebung mit der Erzeugung der elektrischen Leistung. Dies bedeutet, daß ohne Umschaltung der am Ausgang des Multiplizierers M2 auftretenden Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" die Regeldifferenz am Eingang

10 der Leistungsregler Null bleiben würde. Da jedoch infolge der Leistungsänderung bei konstanter Öffnung des Turbinenventils eine Regeldifferenz "Dampfdruck" entsteht, wird über die Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" die Öffnung des Turbinenventils verändert. Es wird also im

15 Festdruckbereich bei fahrplanmäßigen Leistungsänderungen der Dampfdruck konstant gehalten. Dies bedeutet eine schonende Fahrweise für den Dampferzeuger.

Ein der Abweichung der Ist- von der Sollfrequenz entsprechendes

20 Signal $k \cdot \Delta f$ wird einer Einheit 1 zugeführt, die dazu dient, das Frequenzabweichungssignal bei Erreichen der oberen oder der unteren Grenzleistung zu begrenzen. Hierzu wird der Einheit 1 der Grundsollwert der Blockleistung zugeführt und in Subtrahierern SUB1, SUB2 mit der unteren Grenzleistung p_{\min} bzw. der oberen Grenzleistung p_{\max} ,

25 die in Einstellern ST2, ST3 eingestellt sind, verglichen. Die Differenzsignale werden einer Minimalauswahl MIN1 bzw. einer Maximalauswahl MAX2 zugeführt. An ersterer ist eine Maximalauswahl MAX1 und über einen Inverter IV1 eine Minimalauswahl MIN2 angeschlossen, die ferner mit der Maximalauswahl MAX1, MAX2 verbunden ist. Das Ausgangssignal

30 der Maximalauswahl MAX2 ist der Freibetrag für eine Leistungserhöhung bei einem Frequenzabfall und das Ausgangssignal der Minimalauswahl MIN1 der Freibetrag für eine Leistungsabsenkung bei einem Frequenzanstieg. Soll die Frequenzregelung im unteren Leistungsbereich auch bei einem Frequenzabfall nicht wirksam sein, wird das Ausgangssignal

35 der Minimalauswahl MIN1 mit umgekehrtem Vorzeichen über den Inverter IV1 in die Minimalauswahl MIN2 gegeben. Das von der Minimalauswahl MIN2 durchgelassene, gegebenenfalls begrenzte Frequenzabweichungs-

signal $k \cdot \Delta f$ wird von einem Addierer ADD1 zum Sollwert für die elektrische Leistung und von einem Addierer ADD2 zum Grundsollwert für den Dampferzeuger addiert. Der Addierer ADD2 ist so angeordnet, daß das Frequenzsignal dieselbe Wirkung wie eine Änderung des Grundsollwertes der Blockleistung hat, d. h., es wird die Leistung des Dampferzeugers übersteuert, um den Speicher im Dampferzeuger zu laden bzw. zu entladen.

Über den schnellen Leistungsregler mit dem Turbinenventil als Stellglied folgt die elektrische Leistung exakt einer Sollwertänderung aufgrund einer Frequenzänderung, wenn die Regeldifferenz am Dampfdruckregler auf Null gehalten wird. Da bei einer Frequenzänderung über den Leistungsregler die Öffnung des Turbinenventils sofort verstellt wird, entsteht durch die Entnahme von Dampf aus dem Speicher des Dampferzeugers eine "Dampfdruckbeule". Wird ein dieser "Dampfdruckbeule" entsprechendes Signal zu der Regeldifferenz "Dampfdruck" addiert, so bewirkt eine Frequenzabweichung keine Änderung der Regeldifferenz am Dampfdruckregler.

Das der "Dampfdruckbeule" entsprechende Signal wird in einer Einheit 2 erzeugt, die im folgenden näher beschrieben wird. Der Dampfdruck ändert sich entsprechend der Speicherzeitkonstante des Dampferzeugers, wenn eine Differenz zwischen erzeugtem und entnommenem Dampf besteht. Bei Leistungsregelung mit Hilfe des Turbinenventils entspricht die Größe des zum Sollwert der elektrischen Leistung addierten Frequenzsignals der des entnommenen Dampfes. In einem Verzögerungsglied VZ5 ist das Zeitverhalten des Dampferzeugers nachgebildet. Da die Sollwertänderung des Dampferzeugers aufgrund einer Frequenzabweichung in der gleichen Größe auf den Eingang des Verzögerungsgliedes geschaltet ist, entspricht dessen Ausgangssignal dem erzeugten Dampf, der für die Erzeugung der elektrischen Leistung zur Verfügung steht. Ein Subtrahierer SUB5 bildet daher ein Signal, das der Differenz zwischen erzeugtem und entnommenem Dampf entspricht. Dieses Signal wird in einen Integrator INT3 gegeben, dessen Zeitkonstante gleich der Speicherzeitkonstante des Dampferzeugers ist. Sein Ausgangssignal hat daher die gleiche Größe wie die Dampfdruckabweichung infolge der Leistungsänderung aufgrund der Frequenzänderung. Dieses Integrator-

signal wird zu der vom Subtrahierer SUB8 gebildeten Regeldifferenz "Dampfdruck" addiert, so daß im Dampfdruckregler 6 die aufgrund der Frequenzänderung eingetretene Änderung des Dampfdruckes kompensiert ist.

- 5 Bei einem Frequenzabfall wird das Eingangssignal des Integrators INT3 und somit auch dessen Ausgangssignal negativ, da zunächst mehr Dampf entnommen als erzeugt wird. Das Ausgangssignal des Integrators bleibt bestehen, wenn der erzeugte Dampf die gleiche Größe wie der entnommene Dampf hat. Damit das Ausgangssignal wieder auf Null zurückgeht,
10 muß mehr Dampf erzeugt werden als entnommen wird. Dies wird dadurch erreicht, daß das Eingangssignal des Verzögerungsgliedes VZ5 durch eine Aufschaltung des der Druckbeule entsprechenden Signals, z. B. um einen Faktor 0,2 bis 0,3, vergrößert wird. Bei einem Frequenzanstieg wird zunächst mehr Dampf erzeugt als entnommen wird. Das
15 Aufschalten des der Druckbeule entsprechenden Signals bewirkt dann, daß weniger Dampf erzeugt als entnommen wird.

Da entsprechend der Speicherzeitkonstante des Dampferzeugers der maximale Wert des der Druckbeule entsprechenden Signals sich verzögert einstellt, wird zusätzlich mittels eines Differenziergliedes
20 DF1 ein Vorhalt des Frequenzsignals erzeugt und mit einem Addierer ADD7 zum Grundsollwert für den Dampferzeuger addiert, damit zu einem möglichst frühen Zeitpunkt die Dampferzeugung erhöht bzw. im Falle eines Frequenzanstiegs erniedrigt wird. Ferner wird der Vorhalt auf
25 den Eingang des Verzögerungsgliedes VZ5 gegeben. Durch die Größe der Aufschaltung wird die Form der Druckbeule bestimmt, die durch eine Frequenzänderung verursacht wird.

Bei einem starken Frequenzabfall wird über den Regler für die elektrische Leistung die Öffnung des Turbinenventils vorübergehend auf
30 100 % eingestellt. Am Leistungsregler entsteht dabei eine positive Regeldifferenz X_d . Da der entnommene Dampf sich um diesen Betrag verringert, wird bei 100 % Ventilöffnung über eine Maximalauswahl MAX4 die positive Regeldifferenz der elektrischen Leistung in den
35 Eingang des Integrators INT3 gegeben, so daß die Druckbeule auch bei nicht wirksamer Leistungsregelung richtig nachgebildet wird. Zum Durchschalten der Regeldifferenz bei 100 % Ventilöffnung ist

ein Einsteller ST7 vorgesehen, der ein der Ventilöffnung 100 % entsprechendes Signal abgibt, das von der tatsächlichen Ventilöffnung von einem Subtrahierer SUB6 subtrahiert wird. Auf diese Differenz wird die Regeldifferenz X_d der elektrischen Leistung aufgeschaltet.

- 5 Die Maximalauswahl MAX4 gibt nur den den Wert Null übersteigenden Teil des so gebildeten Signales auf den Integrator INT3.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 1 wird dem Sollwert für den Dampferzeuger über den Addierer ADD6 dem Grundsollwert für die Dampf-
10 erzeugung ein Signal aufgeschaltet, das zur Übersteuerung des Dampferzeugers für die Ladung bzw. Entladung des Speichers führt. Im Ausführungsbeispiel nach Figur 3 wird bei fahrplanmäßigen Leistungsänderungen die Dampferzeugung für die Ladung bzw. Entladung des Speichers nicht übersteuert, so daß im Gleitdruckbereich die Erzeugung der elektrischen Leistung zusätzlich verzögert wird. In Figur 3
15 sind nur die Elemente mit Bezugszeichen versehen, die für die Beschreibung der Änderungen gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 erforderlich sind. Dabei sind die Elemente, die in den beiden Ausführungsbeispielen gleiche Funktionen haben, mit den gleichen
20 Bezugszeichen versehen. Damit trotz der fehlenden Übersteuerung des Dampferzeugers für die Ladung bzw. Entladung des Speichers die Regeldifferenz der elektrischen Leistung Null bleibt, wird vom Sollwert der elektrischen Leistung vor dem Verzögerungsglied VZ1 das Eingangssignal eines Integrators INT5 subtrahiert, der dem Integrator
25 INT1 nach Figur 1 entspricht, d. h., es wird ein dem Betrag der Speicherdampfmenge entsprechendes Signal subtrahiert. Die Dampferzeugung wird in diesem Falle nicht übersteuert, so daß der Dampferzeuger besonders schonend gefahren wird.

30 Um Frequenzänderungen rasch ausregeln zu können, muß im Falle einer Frequenzabweichung ebenso wie im Ausführungsbeispiel nach Figur 1 der Sollwert der elektrischen Leistung verändert werden. Es ist dann im Gleitdruckbereich auch erforderlich, den Sollwert für den Dampferzeuger für die Ladung bzw. Entladung des Speichers gegenüber dem Festdruckbereich zusätzlich zu übersteuern. Hierzu ist ein Vorhalt, bestehend aus einem Integrator INT4 und einem Multiplizierer M5, eingesetzt. Die Zeitkonstante des Integrators INT4 ist wieder gleich

der Speicherzeitkonstanten des Dampferzeugers. Eine Begrenzungseinrichtung 7 sorgt dafür, daß bei einer Frequenzänderung nur im Gleitdruckbereich der Vorhalt auf den Sollwert des Dampferzeugers wirksam wird. Da bei einer Frequenzänderung die Dampferzeugung übersteuert werden soll, darf in diesem Falle das am Eingang des Integrators INT5 auftretende Signal nicht vom Sollwert für die elektrische Leistung subtrahiert werden. Um dieses Signal unwirksam zu machen, ist ein Subtrahierer SUB9 vorgesehen, in dem sich die Eingangssignale der Integrationsglieder INT4, INT5 kompensieren. Das Eingangssignal des Integrators INT4 gelangt aber auf einen Addierer ADD9, in dem es zum Grundsollwert für den Dampferzeuger addiert wird.

Figur 4 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel, in dem auch bei fahrplanmäßigen Leistungsänderungen der Speicher des Dampferzeugers in Anspruch genommen wird. Es sind hier wieder nur die Elemente mit Bezugszeichen versehen, die für die Beschreibung der Änderungen dieses Ausführungsbeispiels gegenüber dem nach Figur 1 erwähnt werden müssen. Im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 und 3 wird der Grundsollwert für die Leistung ohne Verzögerung als Sollwert für die elektrische Leistung auf das Turbinenventil gegeben. Der Sollwert für die Dampferzeugung und der Drucksollwert werden wie im Ausführungsbeispiel nach Figur 1 gebildet. Da der Speicher des Dampferzeugers auch bei fahrplanmäßigen Leistungsänderungen in Anspruch genommen wird, muß diese Fahrweise für die Bildung eines Signals berücksichtigt werden, das der "Druckbeule" entspricht. Dieses Signal wird mit einer Anordnung erzeugt, die schon im Ausführungsbeispiel nach Figur 1 enthalten ist und mit 2 bezeichnet ist. Dieser Anordnung wird hier jedoch nicht nur das Frequenzabweichungssignal $k \cdot \Delta f$, sondern auch der Grundsollwert für die Blockleistung zugeführt.

30

Bei einem Dampferzeuger mit einer relativ trägen Kohlefeuerung kann bei einer Leistungsregelung mit Hilfe des Turbinenventils die Dampfdruckabweichung durch die Inanspruchnahme des Speichers unzulässig groß werden. Um dies zu vermeiden, wird die Leistung nur innerhalb einer vorgegebenen Grenze entsprechend dem Blocksollwert geregelt (Regelstrecke ohne Ausgleich). Zur Einstellung der Grenzen ist ein Totband TB vorgesehen. Überschreitet die Größe der "Druckbeule" die

35

eingestellte Grenze, wird die Leistungsregelung geändert. Das dann vom Totband durchgelassene Signal wird mit dem Sollwert für die Ventilöffnung in einem Multiplizierer M6 multipliziert. Es wird so das der "Leistungsbeule" entsprechende Signal erhalten, das sich bei
5 einer Regelstrecke mit Ausgleich aufgrund einer Leistungsänderung ergibt. Dieses, der "Leistungsbeule" entsprechende Signal wird zum Sollwert der Blockleistung in einem Addierer ADD10 addiert und ferner zum Sollwert der elektrischen Leistung in einem Addierer ADD11. Es wird z. B. bei einer Leistungserhöhung das Ausgangssignal des Integrators INT3 negativ, so daß das dem entnommenen Dampf entsprechende
10 Signal und der Sollwert für die elektrische Leistung kleiner werden, womit die Geschwindigkeit der Leistungsänderung verringert wird. Da das Eingangssignal des Integrators INT3 der Differenz zwischen entnommenem und erzeugtem Dampf entspricht, wird die Druckbeule auch in
15 diesem Falle richtig nachgebildet.

Wird das Ausführungsbeispiel nach Figur 3 im Festdruckbereich betrieben und sind die Grenzen des Totbandes TB auf Null eingestellt, so wird bei einer fahrplanmäßigen Leistungsänderung durch die Aufschaltung der "Leistungsbeule" auf den Sollwert der elektrischen Leistung
20 die Öffnung des Turbinenventils über den Leistungsregler exakt proportional zum Sollwert der Blockleistung verstellt. Da die Ventilöffnung wie bei einer Steuerung ohne Überschwingung verstellt wird, ist die Regelung des Dampfdruckes und der elektrischen Leistung sehr
25 stabil.

Ist keine Leistungsregelung vorhanden, so können mit diesem Konzept durch Verstellen der Öffnung des Turbinenventils Leistungsänderungen von Hand durchgeführt werden. Es muß lediglich anstelle des Sollwertes für die Blockleistung der errechnete "Solldampf" für die Sollwertbildung des Dampferzeugers aufgeschaltet und die Grenzen des Totbandes auf Null eingestellt werden. Dabei wird der Solldampf nach
30 der Formel $\text{Solldampf} = \text{Solldruck} \times \text{Istdampf/Istdruck}$ errechnet.

35 Die Erfindung wurde anhand von Ausführungsbeispielen erläutert, die nach Art eines Schaltbildes gezeichnet sind. Sie sind in mannig-

facher Weise abänderbar. Insbesondere können die Funktionen der einzelnen Schaltelemente mit Hilfe eines programmierbaren Rechners realisiert werden.

5 In den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen wird die aufgrund einer Störung der Dampferzeugung entstehende Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" vom Sollwert der elektrischen Leistung subtrahiert, damit die Ventilöffnung der Turbine konstant bleibt. Am Leistungsregler der Turbine entsteht dann nämlich keine Regeldifferenz, da sich die elektrische Leistung aufgrund der Druckabweichung in der gleichen Größe
10 wie der Sollwert für die elektrische Leistung verändert hat. Da die Ventilöffnung der Turbine unabhängig von der elektrischen Leistung konstant gehalten wird, handelt es sich um eine Regelstrecke mit 100 % Ausgleich. Wird dagegen über den Leistungsregler der Turbine durch
15 Verstellen des Turbinenventils die elektrische Leistung konstant gehalten, ist der entnommene Dampf größer als der erzeugte Dampf. Der Dampfdruck fällt daher und steigt erst wieder an, wenn der erzeugte Dampf größer wird als der entnommene Dampf. Da die Dampferentnahme unabhängig vom Dampfdruck geregelt wird, hat die Regelstrecke keinen Ausgleich.

20

Wird die Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" nur zum Teil vom Sollwert der elektrischen Leistung subtrahiert, erhält man eine Regelstrecke mit zwischen 0 % und 100 % Ausgleich. Da in diesem Falle bei einer Beheizungsstörung die Ventilöffnung verändert und somit die Speicher im
25 Dampferzeuger in Anspruch genommen wird, ist die vorübergehende Abweichung der Leistung geringer und die Dampfdruckabweichung größer als bei einer Regelstrecke mit 100 % Ausgleich.

Oft ist es erwünscht, daß bei kleinen Störungen der Dampferzeugung die
30 elektrische Leistung unabhängig vom Dampfdruck geregelt wird (Regelstrecke ohne Ausgleich), jedoch ab einer bestimmten Druckabweichung die Ventilöffnung der Turbine konstant gehalten wird (Regelstrecke mit 100 % Ausgleich). Diese Forderung bedeutet, daß der Ausgleichsgrad der Regelstrecke in Abhängigkeit von der Regeldifferenz "Dampfdruck" sich ändert. Dabei tritt das Problem auf, daß der Regler für
35 alle Ausgleichsgrade zwischen 0 % und 100 % optimal arbeiten muß.

Figur 5 zeigt den Funktionsplan eines Dampfdruckreglers, mit dem diese Forderung erfüllt ist. In Figur 5 sind mit Bezugszeichen nur die Elemente versehen, die für die Beschreibung der Änderungen gegenüber den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1, 3 und 4 erforderlich sind.

5 Die Elemente, welche die gleiche Funktion wie die Elemente der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele haben, sind mit den gleichen Bezugszeichen wie dort versehen. Die Regeldifferenz "Dampfdruck" am Ausgang des Subtrahierers SUB8 ist einem amplitudenabhängigen Dämpfungsglied, z. B. einem sogenannten Totband TD, zugeführt, dessen Tot-

10 zone, in der die Dämpfung 100 % ist, mit einem Steller ST8 einstellbar ist. Das Ausgangssignal des Totbandes TD wird vom Multiplexer M2 mit dem Sollwert für die Ventilöffnung der Turbine multipliziert und das so erhaltene Signal einerseits im Subtrahierer SUB3 vom Sollwert für die elektrische Leistung subtrahiert, andererseits im Addierer

15 ADD8 zum Sollwert für den Dampferzeuger addiert.

Mit dem Aus- und dem Eingang des Totbandes TD sind die beiden Eingänge eines Subtrahierers SUB10 verbunden, an den ein Differenzierglied DF4 und ein Multiplizierer M7 angeschlossen sind. Die Zeitkonstante des

20 Differenziergliedes DF4 ist auf die des Dampfspeichers eingestellt. Sein Ausgangssignal wird in einem Addierer ADD13 dem Signal des Multiplizierers M2 hinzugefügt. Das Ausgangssignal des Subtrahierers SUB10 wird im Multiplizierer M7 mit einer Konstanten, z. B. 0,2 ... 0,3, multipliziert und über Addierer ADD12 und ADD8 zum Sollwert für den

25 Dampferzeuger addiert.

Wenn der Ausgleich der Regelstrecke bei allen Größen der Regeldifferenz "Dampfdruck" 100 % betragen soll, wird die Totzone des Totbandes TD auf Null gestellt. In diesem Falle sind das Ein- und das Aus-

30 gangssignal des Totbandes gleich, und das Ausgangssignal des Subtrahierers SUB10 ist Null. Damit haben das Differenzierglied DF4 und der Multiplizierer M7 keine Wirkung auf die Regelung. Der Dampfdruckregler nach Figur 5 arbeitet dann wie der in Figur 1 beschrieben.

35 Wenn der Ausgleichsgrad der Regelstrecke bei allen Größen der Regeldifferenz "Dampfdruck" 0 % betragen soll, wird die Totzone des Totbandes TD so groß eingestellt, daß auch das größte zu erwartende Dif-

ferenzsignal am Ausgang des Subtrahierers SUB8 nicht durchgelassen wird und somit das Ausgleichssignal auf den Subtrahierer SUB3 Null ist. Solange zwischen Dampferentnahme und Dampferzeugung keine Differenz besteht, bleibt der Dampfdruck konstant. Ist eine Differenz vorhanden, so ist die dadurch verursachte Änderungsgeschwindigkeit des Druckes nur von der Speicherzeitkonstante des Dampferzeugers abhängig. Dementsprechend wird die Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" über das Differenzierglied DF4 mit der Regeldifferenz "Dampfdruck" als Eingangssignal nachgebildet. Die so ermittelte Regeldifferenz "Dampfdurchfluß" wird über die Addierer ADD13, ADD4, ADD12 und ADD8 dem Dampfdruckregler aufgeschaltet.

Während eines Regelvorganges entsteht durch die Veränderung der Öffnung des Turbinenventils eine Differenz zwischen erzeugtem und entnommenem Dampf, so daß der Speicher des Dampferzeugers in Anspruch genommen wird. Um die Ladung des Speichers wieder auf den Ursprungswert zu bringen, muß die Dampferzeugung übersteuert werden. Diese Übersteuerung wird erreicht, indem die am Ausgang des Subtrahierers SUB10 auftretende Regeldifferenz "Dampfdruck" im Multiplizierer M7 mit dem Faktor von etwa 0,25 multipliziert und dem Sollwert des Dampferzeugers bzw. dem Eingang des Dampferzeugermodells DF2, VZ4, INT2 überlagert wird.

Die elektrische Leistung kann nur konstant gehalten werden, solange die Ventilöffnung der Turbine im Regelbereich bleibt. Wird bei einer größeren Störung der Dampferzeugung das Ventil voll geöffnet, so ändert sich der Ausgleichsgrad der Regelstrecke von 0 auf 100 %. Ohne Berücksichtigung dieses Grenzfalles würde der Dampfdruckregler träger arbeiten als es die Regelstrecke erlaubt, jedoch würde die Regelung stabil bleiben. Da aber bei der Führung des Drucksollwertes mit der anhand der Figur 1 beschriebenen Aufschaltung der "Druckbeule" mit Hilfe der Einheit 2 die Veränderung des Ausgleichsgrades bei 100 % Ventilöffnung bereits berücksichtigt ist, arbeitet der Dampfdruckregler auch in diesem Grenzfall optimal.

35

Soll der Ausgleichsgrad in Abhängigkeit von der Größe der Störung, also der Regeldifferenz "Dampfdruck", verändert werden, so kann ein

amplitudenabhängiges Dämpfungsglied eingesetzt werden, dessen Dämpfung bei kleinen Amplituden groß und bei großen Amplituden klein ist. Wird als amplitudenabhängiges Dämpfungsglied das oben erwähnte Totband verwendet, so wird innerhalb einer bestimmten Bandbreite die elektrische Leistung durch Verstellen der Ventilöffnung schnell ausgeregelt und außerhalb dieser Bandbreite die Ventilöffnung der Turbine konstant gehalten. Ist die Regeldifferenz "Dampfdruck" größer als die am Totband eingestellte Totzone, so bleibt die Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangssignal des Totbandes und somit auch der Ausgang des Subtrahierers SUB10 konstant. Da sich dann das Eingangssignal des Differenziergliedes DF4 nicht mehr ändert, geht dessen Ausgangssignal auf Null zurück. Das Ausgangssignal des Totbandes TD wird im Multiplizierer M2 mit dem Sollwert der Ventilöffnung multipliziert und wirkt über den Subtrahierer SUB3 auf die Regelung der elektrischen Leistung ein, so daß die Öffnung des Turbinenventils konstant bleibt. Aufgrund dieses Aufbaus arbeitet die Dampfdruckregelung bei jedem Ausgleichsgrad der Regelstrecke und auch beim Übergang von einer Regelstrecke ohne Ausgleich auf eine Regelstrecke mit Ausgleich optimal.

22 Patentansprüche

5 Figuren

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln eines eine Turbine und einen Dampferzeuger enthaltenden Kraftwerkblockes, bei dem der Grundsollwert für die Blockleistung dem Dampferzeuger als Grundsollwert für die Dampferzeugung und der Turbinenregelung als Grundsollwert für die elektrische Leistung zugeführt ist, **d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t**, daß ein der Differenz zwischen Leistungsist- und -sollwert entsprechendes Signal von dem Grundsollwert für die elektrische Leistung subtrahiert und zu dem Grundsollwert für die Dampferzeugung addiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t**, daß die Differenz zwischen Ist- und Sollwert des Dampfdruckes (SUB8) gebildet und mit einem der Öffnung des Turbineneinlaßventils entsprechenden Signal multipliziert wird (M2) und das Ergebnis als das der Differenz zwischen Leistungsist- und -sollwert entsprechende Signal von dem Grundsollwert für die elektrische Leistung subtrahiert (SUB3) und zu dem Grundsollwert für die Dampferzeugung addiert wird (ADD4).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t**, daß das der Differenz zwischen Leistungsist- und -sollwert entsprechende Signal um die Verzugszeit des Dampferzeugers verzögert wird und zum Grundsollwert für den Dampferzeuger addiert wird (ADD8).
4. Verfahren nach Anspruch 3, **d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t**, daß das der Differenz zwischen Leistungsist- und -sollwert entsprechende Signal dem ersten Eingang eines Addierers (ADD4) zugeführt ist, dessen Ausgangssignal über eine Verzögerungsschaltung (VZ4, INT2), deren Verzögerungszeit gleich der Verzugszeit des Dampferzeugers und dem Speicherverhalten des Dampferzeugers ist, auf den zweiten Eingang des Addierers (ADD4) rückgeführt und auf den Grundsollwert für die Dampferzeugung aufgeschaltet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß das der Differenz zwischen Lei-
stungsist- und -sollwert entsprechende Signal über ein einen Vorhalt
bildendes Differenzierglied (DF2) dem Grundsollwert für die Dampf-
5 erzeugung aufgeschaltet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß das der Öffnung des Turbinen-
ventils entsprechende Signal durch Bildung des Verhältnisses von
10 Grundsollwert der Blockleistung zu Drucksollwert erzeugt ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß in einer Einheit (4) ein Grundsollwert für
den Dampfdruck gebildet wird, daß das Verhältnis von Grundsollwert
15 für die Blockleistung zu Grundsollwert für den Dampfdruck dem ersten
Eingang eines Multiplizierers (M1) zugeführt ist, dessen zweiter Ein-
gang an einen Integrator (INT1), dessen Zeitkonstante gleich dem
Zeitverhalten des Speichers des Dampferzeugers ist, angeschlossen
ist und dessen Ausgangssignal vom Grundsollwert für die Blocklei-
20 stung in einem Subtrahierer (SUB7) subtrahiert wird, und daß an den
Subtrahierer (SUB7) der Eingang des Integrators (INT1) angeschlos-
sen ist und vom Ausgangssignal des Integrators (INT1) der Sollwert
für den Dampfdruck abgeleitet ist.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß zur Bildung des Sollwertes für den Dampf-
druck das Ausgangssignal des Integrators (INT1) über ein Verzöge-
rungsglied (VZ3) geführt ist, dessen Zeitverhalten gleich der Ver-
zugszeit des Dampferzeugers ist.
- 30 9. Verfahren nach den Ansprüchen 6 und 8, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß der Grundsollwert für die Block-
leistung über ein Verzögerungsglied (VZ2) geführt ist, dessen Zeit-
verhalten gleich der Verzugszeit des Dampferzeugers ist, und daß
35 zur Erzeugung des der Öffnung des Turbinenventils entsprechenden
Signals das Verhältnis von Ausgangssignal des Verzögerungsgliedes
(VZ2) zu Ausgangssignal des Verzögerungsgliedes (VZ3) gebildet ist.

10. Verfahren zum Regeln eines eine Turbine und einen Dampferzeuger
enthaltenden Kraftwerkblockes, bei dem der Grundsollwert für die
Blockleistung dem Dampferzeuger als Grundsollwert für die Dampf-
erzeugung und der Turbinenregelung als Grundsollwert für die elek-
5 trische Leistung zugeführt ist, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß in einer Einheit (4) ein Grundsollwert für
den Dampfdruck gebildet wird, daß das Verhältnis von Grundsollwert
für die Blockleistung zu Grundsollwert für den Dampfdruck dem ersten
10 Eingang eines Multiplizierers (M1) zugeführt ist, dessen zweiter
Eingang an einen Integrator (INT1), dessen Zeitverhalten gleich dem
des Speichers des Dampferzeugers ist, angeschlossen ist und dessen
Ausgangssignal vom Grundsollwert für die Blockleistung in einem
Subtrahierer (SUB7) subtrahiert wird, und daß das Ausgangssignal
des Subtrahierers (SUB7) dem Grundsollwert für den Dampferzeuger
15 aufgeschaltet ist.

11. Verfahren zum Regeln der Frequenz des von einem einen Dampf-
erzeuger, eine Turbine und einen an diese gekoppelten Generator
enthaltenden Kraftwerkblockes, insbesondere nach einem der Ansprüche
20 1 bis 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein
der Abweichung der Istfrequenz von der Sollfrequenz entsprechendes
Signal gegebenenfalls nach Begrenzung dem Grundsollwert für den
Dampferzeuger und dem Sollwert für die elektrische Leistung im Sinne
einer Einstellung der Istfrequenz auf die Sollfrequenz aufgeschaltet
25 ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß das der Frequenzabweichung entsprechende
Signal einerseits unmittelbar dem Eingang (-) eines Subtrahierers
30 (SUB5), andererseits über ein Verzögerungsglied (VZ5), dessen Zeit-
verhalten gleich dem des Dampferzeugers ist, dem zweiten Eingang (+)
des Subtrahierers (SUB5) zugeführt ist, daß das Ausgangssignal des
Subtrahierers (SUB5) über einen Integrator (INT3), dessen Zeitver-
halten gleich dem des Speichers des Dampferzeugers ist, geführt ist
35 und ein dem Ausgangssignal des Integrators (INT3) proportionales
Signal invertiert dem Grundsollwert für die Dampferzeugung und/oder
dem Eingang des Verzögerungsgliedes (VZ5) aufgeschaltet ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß das der Frequenzabweichung entsprechende
Signal über ein Differenzierglied (DF1) dem Grundsollwert für die
Dampferzeugung und/oder dem Eingang des Verzögerungsgliedes (VZ5)
5 aufgeschaltet ist.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß dem Integrator (INT3) der Anteil
der Regelabweichung (X_d) der elektrischen Leistung, der durch Ver-
10 ändern der Öffnung des Turbinenventils nicht ausregelbar ist, zu-
geführt ist.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Ausgangssignal des Inte-
15 grators (INT3) einem Totband (TB) zugeführt ist, an dessen Aus-
gang der eine Eingang eines Multiplizierers (M6) angeschlossen ist,
dessen anderem Eingang ein der Öffnung des Turbinenventils ent-
sprechendes Signal zugeführt ist und dessen Ausgangssignal einer-
seits auf den Eingang des Integrators (INT3), andererseits auf den
20 Sollwert für die elektrische Leistung geschaltet ist.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß im Gleitdruckbereich das der
Frequenzabweichung entsprechende Signal einem Integrator (INT4)
25 zugeführt ist, dessen Zeitverhalten gleich dem des Dampfspeichers
ist, daß in einer Einheit (4) ein Grundsollwert für den Dampfdruck
gebildet und das Verhältnis von um das der Frequenzabweichung ent-
sprechende Signal erhöhtem Grundsollwert für die Blockleistung zu
Sollwert für den Dampfdruck dem ersten Eingang eines Multiplizierers
30 (M5) zugeführt wird, dessen zweiter Eingang an den Integrator (INT4)
angeschlossen ist und dessen Ausgangssignal invertiert auf den Ein-
gang des Integrators (INT4) rückgeführt ist, und daß das am Eingang
des Integrators (INT4) auftretende Signal dem um das der Frequenz-
abweichung entsprechende Signal erhöhten Grundsollwert für die Dampf-
35 erzeugung aufgeschaltet ist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß in einer Einheit (4) ein Grund-
sollwert für den Dampfdruck gebildet und das Verhältnis von um das
der Frequenzabweichung entsprechende Signal erhöhtem Grundsollwert
5 für die Blockleistung zu Sollwert für den Dampfdruck dem ersten Eingang
eines Multiplizierers (M6) zugeführt wird, dessen zweiter Eingang an
einen Integrator (INT5), dessen Zeitverhalten gleich dem des Dampf-
speichers ist, angeschlossen ist und dessen Ausgangssignal invertiert
auf den Eingang des Integrators (INT5) rückgeführt ist und daß das
10 am Eingang des Integrators (INT5) auftretende Signal von dem um das
der Frequenzabweichung entsprechende Signal erhöhten Grundsollwert
für die elektrische Leistung subtrahiert wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16 und 17, d a d u r c h g e k e n n -
15 z e i c h n e t , daß die Differenz der an den Integratoren (INT4,
INT5) auftretenden Signale vom Grundsollwert für die elektrische Lei-
stung subtrahiert wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, d a d u r c h
20 g e k e n n z e i c h n e t , daß die Differenz zwischen Druckist-
und -sollwert (SUB8) über ein amplitudenabhängiges Dämpfungsglied
(TD) geführt ist, dessen Ausgangssignal mit dem Sollwert für die Ven-
tilöffnung multipliziert wird (M2) und das Ergebnis vom Sollwert für
die elektrische Leistung subtrahiert und zum Sollwert für die Dampf-
25 erzeugung addiert (ADD8) wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Differenz zwischen Ein- und Ausgangssi-
gnal des amplitudenabhängigen Dämpfungsgliedes (TD) gebildet und ei-
30 nem Differenzierglied (DF4) zugeführt ist, dessen Zeitkonstante gleich
der des Dampferzeugerspeichers ist und dessen Ausgangssignal zum
Sollwert für den Dampferzeuger addiert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, d a d u r c h g e k e n n -
35 z e i c h n e t , daß die Differenz zwischen Ein- und Ausgangssi-
gnal des amplitudenabhängigen Dämpfungsgliedes (TD) nach Multiplika-
tion mit einem Faktor <1 , vorzugsweise von 0,2 ... 0,3, zum Sollwert
des Dampferzeugers addiert wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß dem Differenzierglied eine Nach-
bildung des Dampferzeugers (DF2, VZ4, INT2) nachgeschaltet ist, des-
sen Ausgangssignal zum Sollwert für den Dampferzeuger addiert wird.

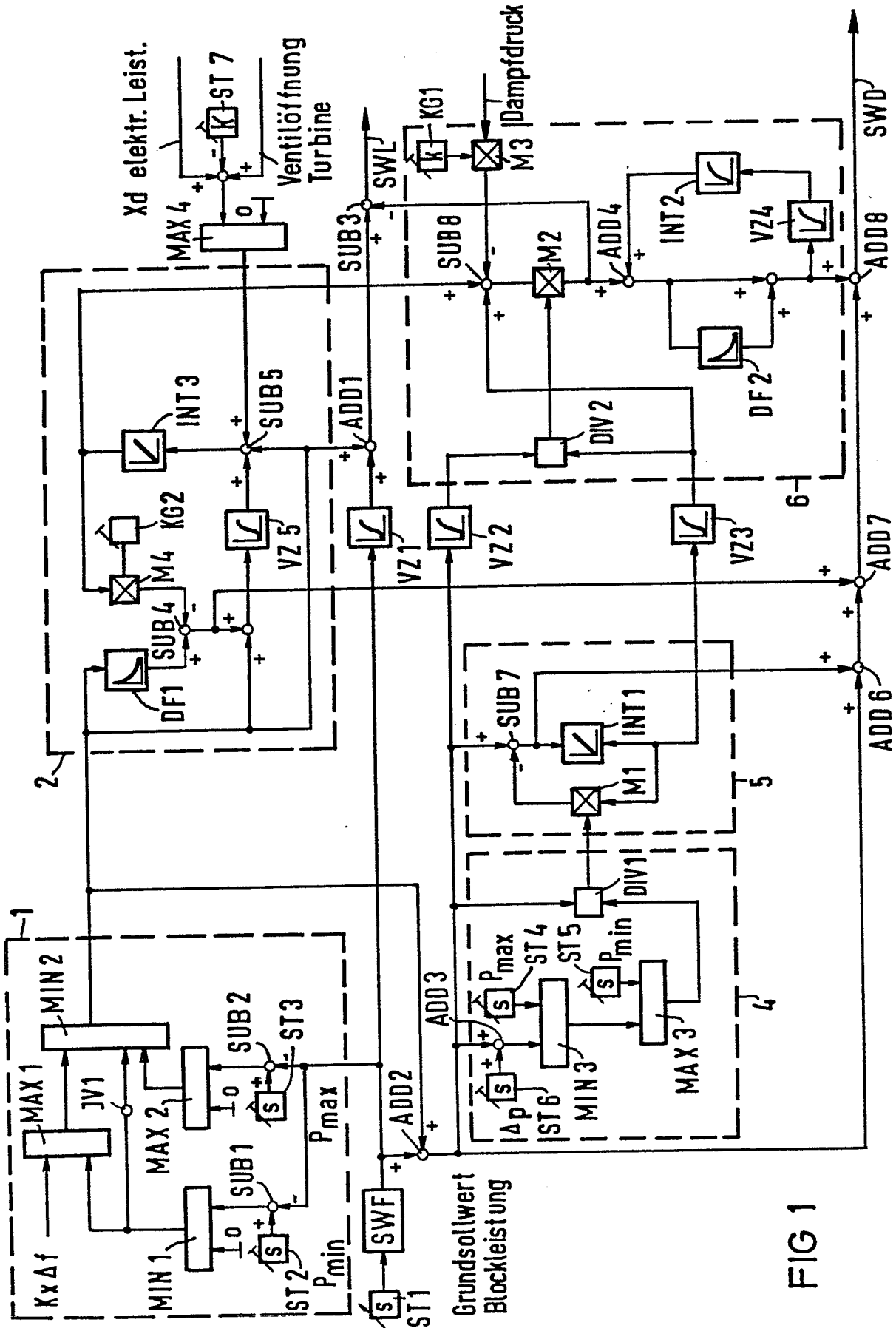


FIG 1

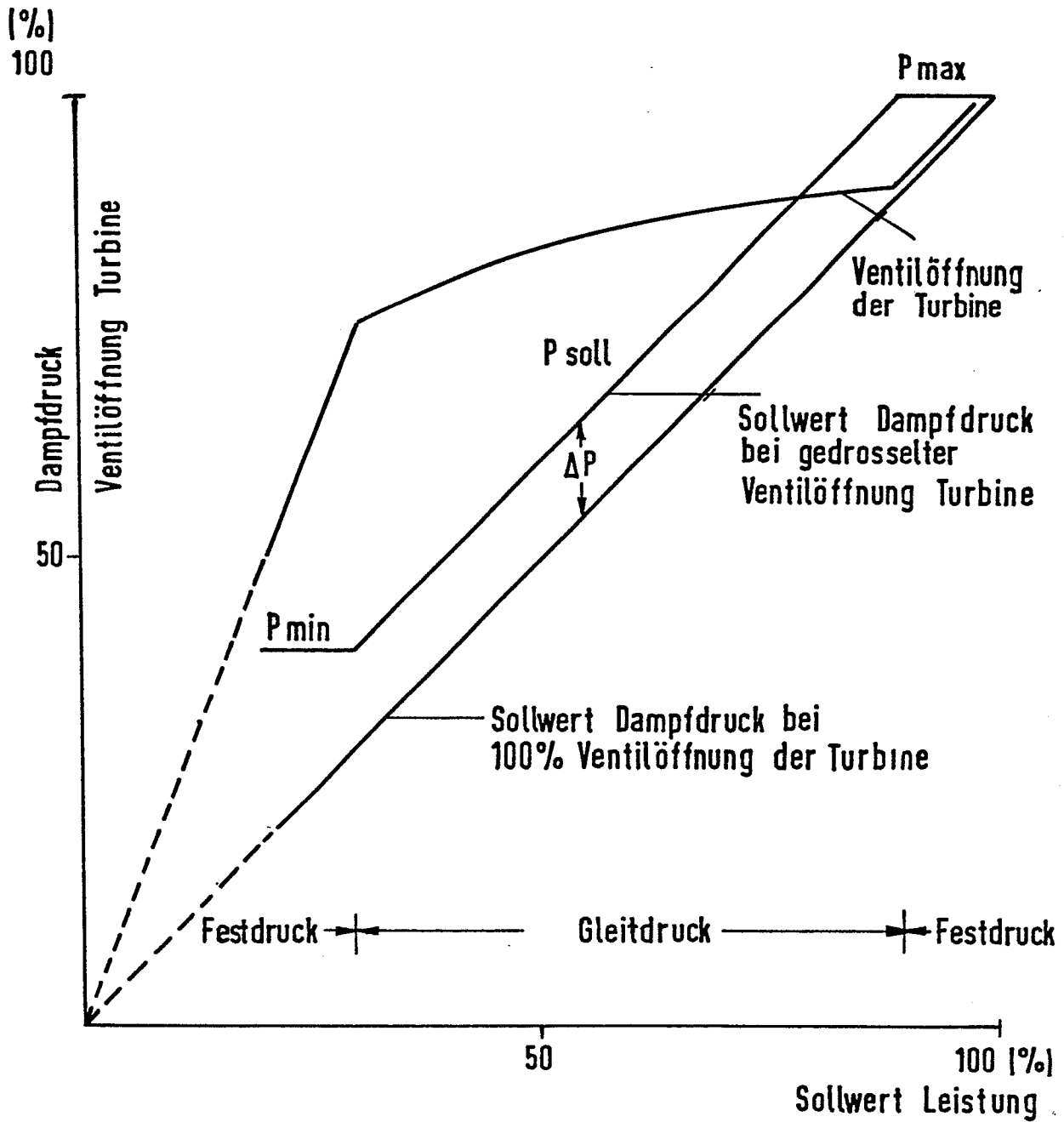


FIG 2

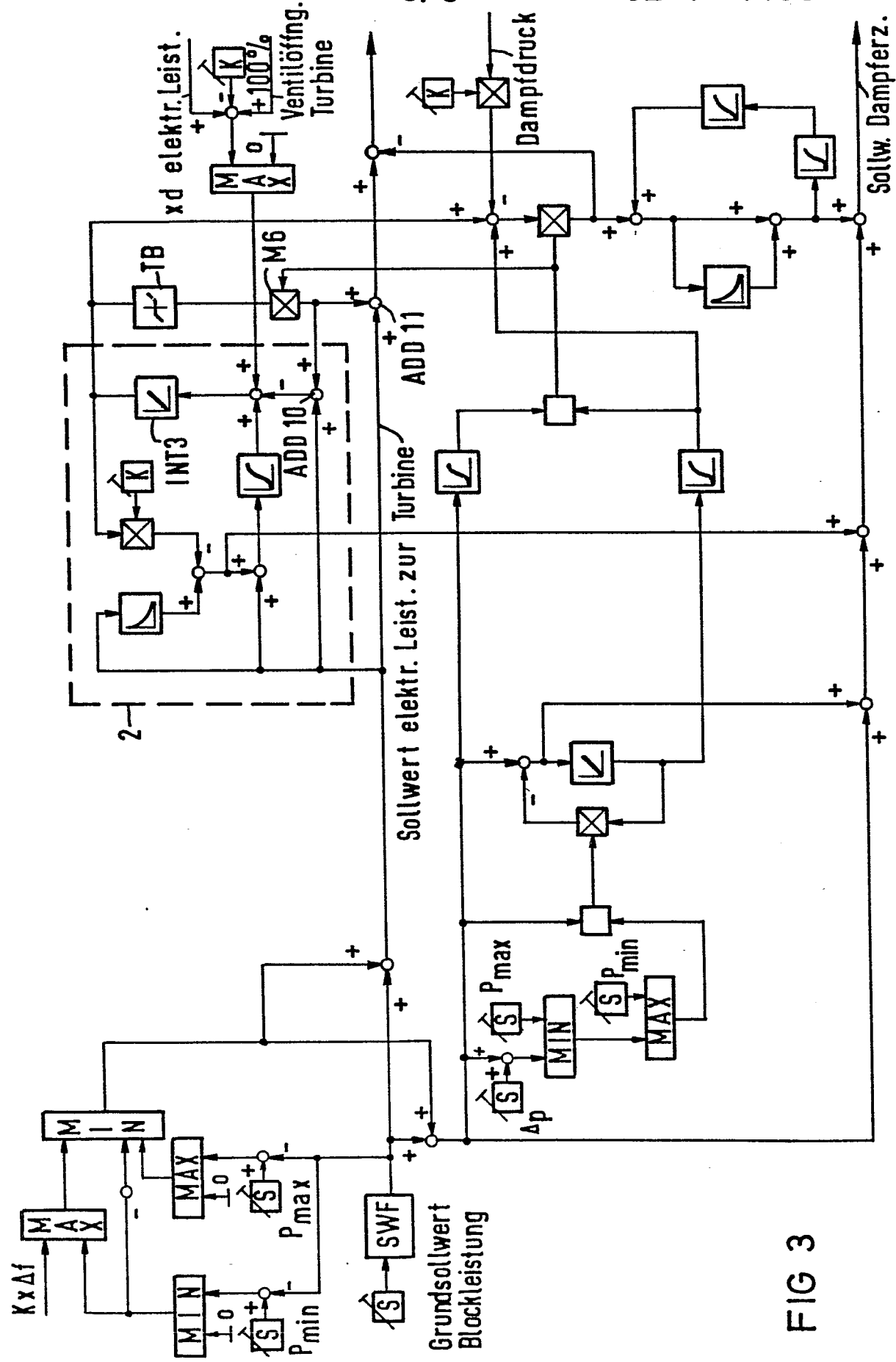


FIG 3

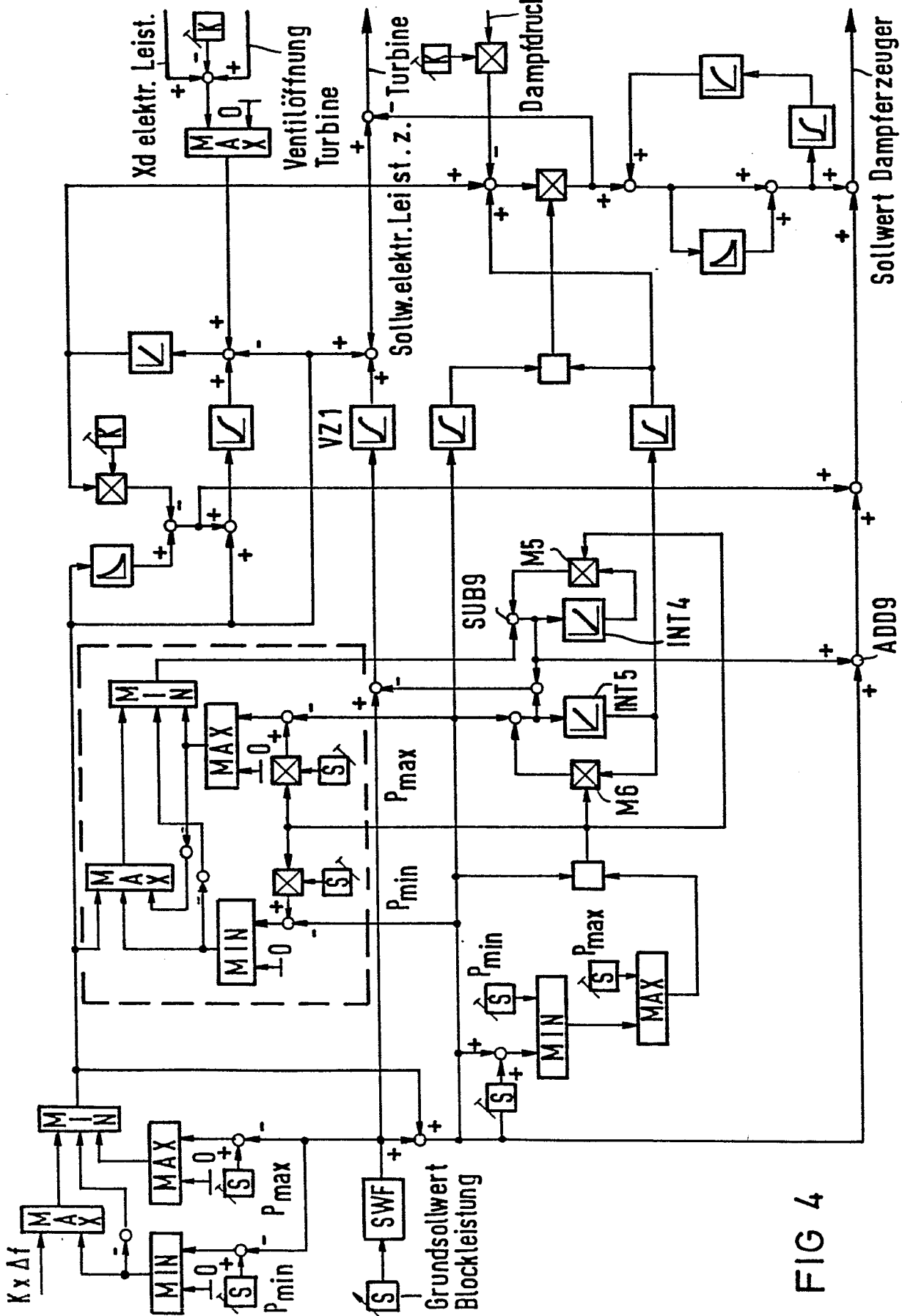


FIG 4

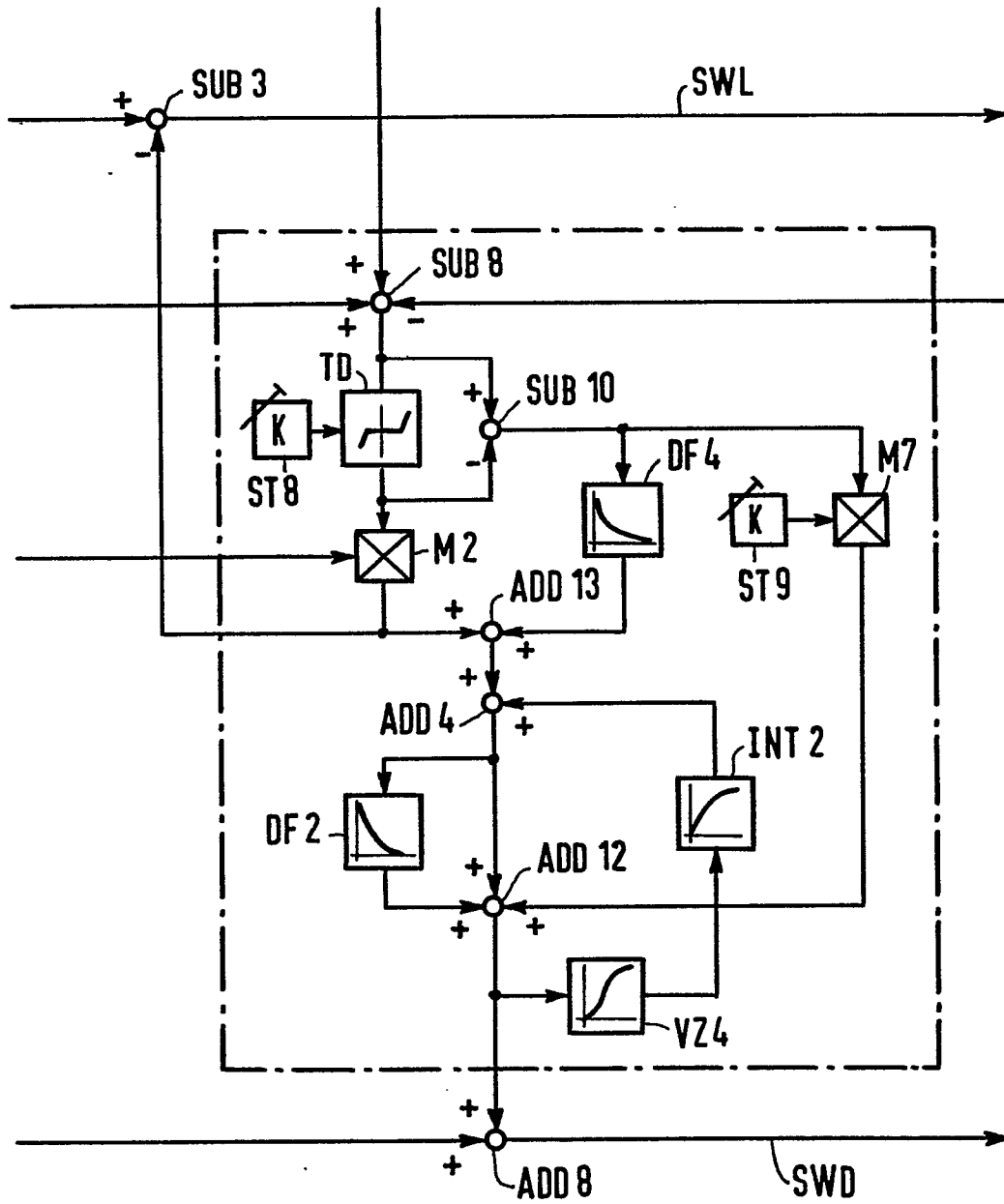


FIG 5