

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 437 484 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.09.2006 Patentblatt 2006/37

(51) Int Cl.:
F01K 13/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03090409.8**

(22) Anmeldetag: **28.11.2003**

(54) Verfahren zur Primärregelung für ein Netz

Primary regulation process for a power supply network

Procédé de régulation primaire pour un réseau électrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **18.12.2002 DE 10260409**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.07.2004 Patentblatt 2004/29

(73) Patentinhaber: **Vattenfall Europe Generation AG &
Co. KG**
03050 Cottbus (DE)

(72) Erfinder:

- **Gudat, Rüdiger**
10119 Berlin (DE)
- **Schönherr, Klaus**
12627 Berlin (DE)
- **Schäfer, Heinz**
02763 Mittelherwigsdorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A- 4 344 118 GB-A- 2 131 929
US-A- 6 134 891

- **SINDELAR R: "ADAPTIVE
BLOCKREGELKONZEPTE MODAN- UND
MODAKOND-A" VGB KRAFTWERKSTECHNIK,
VGB KRAFTWERKSTECHNIK GMBH. ESSEN,
DE, Bd. 78, Nr. 1, 1998, Seiten 48-54, XP000727242
ISSN: 0372-5715**

- **KRUEGER K: "OPTIMIERTER
KRAFTWERKS BETRIEB DURCH
MODELLGESTUETZTE
REGELUNGSVERFAHREN" BWK BRENNSTOFF
WARME KRAFT, VDI VERLAG GMBH.
DUSSELDORF, DE, Bd. 49, Nr. 6, 1. Juni 1997
(1997-06-01), Seiten 64-68, XP000656458 ISSN:
0006-9612**
- **SINDELAR R: "UNIVERSELLE
BLOCKREGELKONZEPTE FUER EINE
VERZOEGERUNGSFREIE
PRIMAERFREQUENZSTUETZUNG" VGB
KRAFTWERKSTECHNIK, VGB
KRAFTWERKSTECHNIK GMBH. ESSEN, DE, Bd.
76, Nr. 7, 1. Juli 1996 (1996-07-01), Seiten 549-556,
XP000596234 ISSN: 0372-5715**
- **SINDELAR R: "GEWAEHRLEISTUNG DER
SEKUNDENDYNAMIK EINES
DAMPFKRAFTWERKS BLOCKES" VGB
KRAFTWERKSTECHNIK, VGB
KRAFTWERKSTECHNIK GMBH. ESSEN, DE, Bd.
71, Nr. 1, 1991, Seiten 4-13, XP000178871 ISSN:
0372-5715**
- **FALGENHAUER G:
"BEITRAGSMOEGlichkeiten DER
SPEISEWASSER-, KONDENSAT- UND
ANZAPFDAMPFSTROEME ZUR SCHNELLEN
LEISTUNGSÄNDERUNG FOSSIL BEFEUERTER
KRAFTWERKS BLOECKE" VGB
KRAFTWERKSTECHNIK, VGB
KRAFTWERKSTECHNIK GMBH, ESSEN, DE, Bd.
60, Nr. 1, 1980, Seiten 18-23, XP000670759 ISSN:
0372-5715**

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).

EP 1 437 484 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Primärregelung für ein Netz, wobei einzelne Kraftwerksblöcke im modifizierten Gleitdruckbetrieb (angedrosselten Turbineneinlassventile) und reinem Gleitdruckbetrieb (voll geöffnete Turbineneinlassventile) Primärregelenergie in das Netz einspeisen.

[0002] Zum störungsfreien Betrieb, aber auch im Fall des Abweichens vom Normalbetrieb eines elektrischen Netzes sind an die an das Netz angeschlossenen Kraftwerke bestimmte Anforderungen zu stellen.

Dies betrifft insbesondere die sogenannte Primärregelung innerhalb des Netzes, nach der im Sekundenbereich durch die beteiligten Kraftwerke im Falle einer Störung (z. B. Leistungseinbruch und damit verbundener Frequenzeinbruch) zur Herstellung des Normalbetriebs Leistungsreserven aufgebracht und in das Netz eingespeist werden müssen.

[0003] Die genauen Anforderungen werden durch die DVG (Deutsche Verbundgesellschaft) geregelt und sind auch unter dem Namen "Gridcode" bekannt. Danach hat eine in das Netz einspeisende Erzeugereinheit mindestens 2 % seiner Nennleistung für die Primärregelung in einer Zeitspanne von 30 s zusätzlich zu aktivieren. Diese Leistungssteigerungen sind linear bereitzustellen.

[0004] Es ist bekannt, die Einlassventile einer Turbine in einer gedrosselten Stellung zu halten, um bei entsprechenden Frequenzabweichungen durch sofortiges Öffnen der Einlassventile die Dampfreserve des Dampferzeugers nutzen zu können, um der Frequenzabweichung entgegenzuwirken. Ein wesentlicher Nachteil dieser Fahrweise ist der enorme Wirkungsgradverlust durch die Drosselwirkung an den Einlassventilen. Dieser fällt um so höher aus, je größer die Nennleistung der Turbine ist.

[0005] Eine weitere bekannt Möglichkeit, Leistung in relativ kurzer Zeit zu mobilisieren, ist die Methode des Kondensatstaus, meist in Kombination mit einem Anzapfdampfstopp. Muss eine Frequenzabweichung korrigiert werden, wird der Kondensatstrom unterbrochen sowie in den Anzapfleitungen der Turbine zu den Vorwärmern des Kondensats vorhandene Klappen geschlossen.

[0006] Der so nicht benötigte Dampf für die Vorwärmung des Kondensats steht nunmehr einer Leistungserhöhung der Turbine zur Verfügung

[0007] In dem Artikel "Adaptive Blockregelkonzepte MODAN- und MODAKOND-A" von Sindelar R in VGB kraftwerkstechnik, Bd 78, Nr.1, 1998, Seiten 48-54 ist ein Verfahren zur Primärregelung für ein Netz, genannt MODAKOND, offenbart, bei dem ein kraftwerksblock im modifizierten Gleitdruckbetrieb und im, einem Gleitdruck betrieb Primärregelleistung in das Netz einspeist.

[0008] Aus der DE 197 50 125 A1 ist weiterhin ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Primärregelung eines Dampfkraftwerksblocks bekannt.

Danach werden die Energieinhalte ausgewählter Energiespeicher des Kraftwerksblocks sowie die zeitliche Änderung der Energieinhalte fortwährend ermittelt. Gegebenenfalls werden die Energiespeicher in ausgewählter Reihenfolge aktiviert. So werden durch Änderung des zwischen Kondensatbehälter und Speisewasserbehälter fließenden Speisewasserstroms der Eigenbedarf des Kraftwerks geändert. Durch Wassereinspritzung in den Hochdruck- und Zwischenüberhitzerbereich wird zusätzlicher Dampf bereitgestellt. Ebenfalls aufgeführt wird die Möglichkeit, durch Regelung des Kondensatstromes die Dampfantnahme der Vorwärmer aus der Turbine zu beeinflussen.

[0009] Die DE 43 44 118 beschreibt ein Verfahren und eine Einrichtung zur Steuerung und Regelung der Dampfkraftwerksleistung unter Einsatz von Kondensatstopp. Es soll sichergestellt werden, dass eine schnell aktivierbare Leistungsreserve zum Ausregeln eines Netzfrequenzeinbruchs auch während des Ausregels einer rampenförmigen Erhöhung des Leistungssollwertes zur Verfügung steht. Das Verfahren arbeitet mit einem gesteuerten und nachgeregeltem Einsatz der sogenannten Turbinenstellreserve und der durch Kondensatstopp einsetzbaren Energie zur Leistungserhöhung nur zur Primärfrequenzstützung. Dabei wird durch Kondensatstopp nur ein unbedingt nötiger Teil der Leistung, aufgebracht, genau der, welcher nicht durch Auffahren der Turbinenregelventile aufgebracht wird.

[0010] Beide Schutzrechte beschreiben die Primärregelleistungsbereitstellung für nur einen Kraftwerksblock.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Ausgleich von Netzfrequenzeinbrüchen anzugeben, welches es ermöglicht, die Netzanforderungen der Deutschen Verbundgesellschaft einzuhalten, wobei die Kraftwerksblöcke mit minimalen Wirkungsgradverlusten betrieben werden.

[0012] Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass mehrere Kraftwerksblöcke eines Unternehmens als Einheit zur Ausregelung von quasistationären Frequenzabweichungen von +/- 200 mHz für das Netz zusammengefasst aktiviert werden, wobei bei quasistationären Frequenzabweichungen im Netz von + 40 bis - 40 mHz mit den durch Androsselung der Turbineneinlassventile betriebenen Kraftwerksblöcke die quasistationäre Frequenzabweichung ausgeregelt wird, ab einer quasistationären Frequenzabweichung im Netz von +/- 40 mHz bis +/- 200 mHz die Kraftwerksblöcke mit reinem Gleitdruckbetrieb für die Bereitstellung der Primärregelleistung eingesetzt werden.

[0013] Vorteilhafterweise wird die Leistung beim Eingreifen der Primärregelung in den mit reinem Gleitdruckbetrieb gefahrenen Kraftwerksblöcken allein durch die Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstopp bereitgestellt, ohne für die Primärregelung zusätzlich Leistung vorzuhalten.

[0014] Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die bei Eingreifen der Primärregelung in den mit reinem Gleitdruck betriebenen

Kraftwerksblöcken durch die Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstoppp erbrachte Primärregelleistung nach anlagenbedingter Aufhebung der Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstoppp durch frequenzabhängige Inbetriebnahme von ebenfalls in das Netz elektrische Energie einspeisende Pumpspeicherturbinen eines Pumpspeicherkraftwerkes erbracht wird, wobei mit der Inbetriebnahme der Pumpspeicherturbinen eine anteilmäßig höhere Leistung bereitgestellt wird, als zum Ausgleich der quasistationären Frequenzabweichung notwendigen Leistung. Dieser höhere Leistungsanteil wird zum Durchführen eines Refillvorganges an den mit reinen Gleitdruck betriebenen Kraftwerksblöcken in der Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstoppp verwendet. Die Höhe des Leistungsanteils zum Durchführen des Refillvorganges wird so groß gewählt, dass innerhalb von 15 min. nach Erreichen der Sollfrequenz im Netz die Leistung der Primärregelung aus den in der Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstoppp betriebenen Kraftwerksblöcken erneut bereitgestellt wird.

[0015] Von der bisher üblichen Verfahrensweise, alle Kraftwerksblöcke eines Unternehmens jeweils mit der Methode der gedrosselten Turbineneinlassventile für die kurzzeitige Leistungsbereitstellung und für die weitere Leistungsanforderung den Kondensatstau/Anzapfdampfstoppp einzusetzen, ist es erfindungsgemäß vorteilhaft, die Kraftwerksblöcke eines Unternehmens mit geringerem Arbeitsvermögen generell bei der Primärregelung im Bereich der Frequenzabweichung im Netz von + 40 bis - 40 mHz einzusetzen, die Kraftwerksblöcke mit höherem Arbeitsvermögen erst bei Frequenzabweichungen im Netz von +/-40 bis +/- 200 mHz für die Primärleistungsregelung zum Einsatz zu bringen. Der damit verbundene Vorteil ist um so höher, je mehr Kraftwerksblöcke mit hohem Arbeitsvermögen von der Fahrweise mit angedrosselten Turbineneinlassventilen befreit werden können.

Die Primärregelung wird an diesen Blöcken nunmehr ausschließlich über den Kondensatstau/Anzapfdampfstoppp realisiert, was zu keinen Wirkungsgradverlusten, wie sie durch die Androsselung der Turbineneinlassventile gegeben sind, führt.

[0016] Bei Abfall der Frequenz zwischen - 40 bis - 200 mHz ist es erforderlich, den aktivierten Kondensatstau und Anzapfdampfstoppp auslegungsbedingt nach einer Zeit $t_2 - t_1$ von ca. 6 bis 8 min. aufzuheben und diese erbrachte Primärregelleistung durch eine Erhöhung der Dampfkesselleistung, des an der Primärregelung beteiligten Blockes, zu kompensieren. Damit die obere Kannlast des Blockes nicht überschritten bzw. erreicht wird, was automatisch zu einer ungewollten Leistungsabsenkung führen würde, ist es erforderlich, eine um den Primärregelleistungsbetrag reduzierte Leistung des Blockes zum oberen Arbeitspunkt des Blockes einzustellen.

Für die Kesselregelung bedeutet dies, gleichzeitig eine Übersteuerung der Feuerungswärmeleistung vorzugeben, damit der äquivalente Primärregelleistungsbetrag aus der Betriebsart Kondensatstopp und/oder Anzapfdampfstoppp nach $t_2 - t_1$ von ca. 6 bis 8 min. kompensiert werden kann.

[0017] Die Nachteile der o. g. bisherigen Verfahrensweise bestanden in

- einer ständigen Leistungsvorhaltung für die Primärregelleistung,
- Inanspruchnahme in wenigen Fällen (geringe Arbeitsausnutzung),
- einer Übersteuerung der Feuerungswärmeleistung mit einer hohen Beanspruchung des Dampfkessels sowie
- dem Ansprechen der Kannlast bei nicht ausreichender Vorhaltung der Dampfkesselleistung, das zur Nichterfüllung der Anforderungen des Gridcodes führt.

[0018] Entsprechend dem Unteranspruch 3 wird eine erlöswirksame Nutzung der Vorhalteleistung für Primärregelleistung an den Blöcken mit aktiviertem Kondensatstau und Anzapfdampfstoppp mittels einer gestaffelten frequenzabhängigen Inbetriebnahme von Pumpspeicherturbinen erreicht. Damit wird die realisierte frequenzabhängige Übersteuerung der Brennstoffwärmeleistung in der Betriebsart Kondensatstau und Anzapfdampfstoppp vermieden und der fahrbare obere Arbeitspunkt der Kraftwerksblöcke um den Betrag der Vorhalteleistung für Primärregelleistung erhöht. Dies führt zu einer höheren elektrischen Leistungs- und Arbeitsausnutzung.

[0019] An einem Ausführungsbeispiel soll nachfolgend die Erfindung näher erläutert werden. Dabei zeigen die

Fig. 1 - eine schematische Darstellung des idealisierten Verlaufs der Primärregelleistungsbereitstellung bei - 200 mHz Netzfrequenzabfall

Fig. 2 - eine schematische Darstellung des Verlaufs der Netzfrequenz

Fig. 3 - eine schematische Darstellung der Schaltungsanordnung der aus Kraftwerken gebildeten Funktionseinheiten

[0020] Ein Unternehmen, welches elektrische Energie bereitstellt und in ein Netz einspeist, hat verschiedene Kraftwerksblöcke (Kohlekraftwerke, Pumpspeicher-Kraftwerke) zur Verfügung. Diese werden zu Funktionseinheiten zusammen-

mengefasst.

[0021] Die mit

- DR bezeichneten Funktionseinheiten beteiligen sich an der Primärregelleistungsbereitstellung mittels Androsselung der Turbineneinlassventile,
- KA bezeichneten Funktionseinheiten beteiligen sich an der Primärregelleistungsbereitstellung mittels Kondensatstau/Anzapfdampfstopp,
- PS bezeichneten Funktionseinheiten beteiligen sich an der Primärregelleistungsbereitstellung durch Leistung aus einem oder mehreren Pumpspeicherwerken.

[0022] Die Betriebsarten der Funktionseinheiten (Kraftwerksblöcke) DR (1) bis DR (n); KA (1) bis KA (m) und PS (1) bis PS (p) sind gemäß Figur 3 geschaltet, so dass sie sich an der Netzfrequenzregelung (Primärregelung) beteiligen.

[0023] Die Variablen n, m und p bezeichnen dabei eine Anzahl der jeweiligen Funktionseinheiten. Dabei arbeiten die Funktionseinheiten DR (1) bis DR (n) mit einer eingesenkten Leistung, welche dem Äquivalent von - 40 mHz entspricht. Dies geschieht bei den Kohlekraftwerken durch entsprechende Androsselung der Turbineneinlassventile.

Die Funktionseinheiten KA (1) bis KA (m), also Kohlekraftwerke, welche im reinen Gleitdruckbetrieb gefahren werden, arbeiten im Nennleistungsbereich ohne Leistungsvorbehalt, aber mit einem wirksamen Frequenzregelanteil von - 40 mHz bis - 200 mHz und einem aktivierbaren Leistungsanteil durch die Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstopp, welcher dem Äquivalent von - 40 mHz bis - 200 mHz entspricht.

Die Funktionseinheiten PS (1) bis PS (p) befinden sich in Summe mit einer Vorhalteleistung in frequenz- und zeitabhängiger Reservestellung, welcher dem aktivierbaren Leistungsanteil der Funktionseinheiten KA (1) bis KA (m), also dem Äquivalent von - 40 mHz bis - 200 mHz, entspricht.

[0024] Aufgrund einer Störung kommt es zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s zu einer sprunghaftigen Netzfrequenzeinsenkung von 200 mHz (Fig. 1).

Die Funktionseinheiten DR (1) bis DR (n), KA (1) bis KA (m) und PS (1) bis PS (p) werden als Einheit zur Ausregelung dieser quasistationären Frequenzabweichung zusammengefasst aktiviert, wobei bei Frequenzabweichungen im Netz von 0 bis - 40 mHz mit den durch Androsselung der Turbineneinlassventile betriebenen Kraftwerksblöcke DR (1) bis DR (n) die quasistationäre Frequenzabweichung ausgeglichen wird, ab einer quasistationären Frequenzabweichung im Netz von - 40 mHz bis - 200 mHz die Kraftwerksblöcke KA (1) bis KA (m) mit reinem Gleitdruck für die Primärregelleistungsbereitstellung eingesetzt werden. Die Regelungen der Funktionseinheiten DR (1) bis DR (n) reagieren derart, dass durch Aufhebung der Androsselung der Turbineneinlassventile und Nutzung des Speichervermögens des Wasserdampf-Systems bis zum Wirksamwerden des vergrößerten virtuellen Dampfstromes durch von den Regelungen veranlasste Erhöhung der Feuerleistung des betreffenden Kohlekraftwerksblöcke im Zeitintervall $t_5 - t_0$ eine Leistungssumme

$$\sum_{i=1}^n P(i) \text{ von äquivalenter Leistung für - 40 mHz}$$

gemäß der dynamischen Anforderung des Gridcodes aktiviert wird (Kurve 1 in Figur 2).

[0025] Die Leistung bei Inanspruchnahme der Primärregelung in den mit reinem Gleitdruckbetrieb gefahrenen Kraftwerksblöcken wird durch die Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstopp, ohne für die Primärregelleistungsbereitstellung Leistung zusätzlich vorzuhalten, bereitgestellt.

D. h., die Regelungen der Funktionseinheiten KA (1) bis KA (m) reagieren derart, dass durch Einleiten der Betriebsart Kondensatstopp und/oder Anzapfstau ohne Erhöhung der Feuerleistung im Zeitintervall $t_2 - t_0$ eine Leistungssumme

$$\sum_{j=1}^m P(j) \text{ von äquivalenter Leistung für - 40 mHz bis - 200 mHz}$$

gemäß der dynamischen Anforderung des Gridcodes aktiviert wird (Kurve 2 in Figur 2).

[0026] Die Leistungsbereitstellung wird dabei durch die Erhöhung des Dampfdurchsatzes durch die Turbine aufgrund

der Unterbrechung des Anzapfmassenstromes zur Kondensatvorwärmung (Anzapfdampfstopp) sowie der Nutzung des Energieinhaltes des Speisewasserbehälters (Kondensatstau) zeitbegrenzt (Kurve 3 in Figur 2).

[0027] Nach einem weiteren erfindungsgemäßen Merkmal wird nach anlagenbedingter Aufhebung der Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstopp zum Zeitpunkt t_2 durch eine frequenzabhängige Inbetriebnahme von ebenfalls in das Netz elektrische Energie einspeisende Pumpspeicherturbinen eines Pumpspeicherkraftwerkes Leistung erbracht (Kurve 3 in Figur 2). Weiterhin wird mit der Inbetriebnahme der Pumpspeicherturbinen im Zeitintervall $t_6 - t_3$ eine anteilmäßig höhere Leistung bereitgestellt als zum Ausgleich der quasistationären Frequenzabweichung notwendigen Leistung, wobei der höhere Leistungsanteil zum Durchführen eines Refillvorganges an den mit reinem Gleitdruckbetrieb gefahrenen Kraftwerksblöcken in der Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstopp verwendet wird. Das Verfahren ist auch dadurch gekennzeichnet, dass der höhere Leistungsanteil zum Durchführen des Refillvorganges so groß gewählt wird, dass im Zeitintervall $t_6 - t_5$ kleiner/gleich 15 min. nach Erreichen der Sollfrequenz im Netz die Primärregelleistung aus den mit Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstopp betriebenen Kraftwerksblöcken erneut bereitgestellt wird.

[0028] Deshalb arbeiten die Regelungen der Funktionseinheiten KA(1) bis KA(m) derart, dass nach einer definierten Zeit t_2 ab Einleitung der Betriebsart Kondensatstopp und/oder Anzapfstau eine Deaktivierung dieser Maßnahme erfolgt und die Leistung bis zum Zeitpunkt t_3 auf den Ausgangswert zurückgeführt wird (Kurve 2 in Figur 2).

[0029] Der danach erforderliche und automatisch eingeleitete Refillprozess der Funktionseinheiten KA(1) bis KA(m) zum Wiederaufladen des Energieinhaltes des Speisewasserbehälters auf den Ausgangszustand ohne Erhöhung der Feuerleistung führt ab dem Zeitpunkt t_3 zu einer Leistungsreduktion

$$\sum_{j=1}^m \Delta P_R(m) \quad (\text{Kurve 5 in Fig. 2}).$$

Durch die frequenzabhängige Steuerung der Funktionseinheiten PS (1) bis PS (p) wird zum definierten Zeitpunkt t_2 nach Eintritt der netzseitigen Störung Pumpspeicherleistung

$$\sum_{k=1}^p P(k)$$

derart aktiviert, dass äquivalent zur Leistungsreduktion der Funktionseinheiten KA (1) bis KA (m) durch die Rücknahme der Betriebsart Kondensatstopp und/der Anzapfstau zum Zeitpunkt t_2

$$\sum_{j=1}^m P(j)$$

eine Leistungserhöhung von äquivalent - 40mHz bis - 200 mHz erfolgt, zuzüglich einer anteilmäßig höheren Leistung, der ab dem Zeitpunkt t_3 dem Betrag der Leistungsreduktion der Funktionseinheiten KA(1) bis KA(m) durch Einleitung des Refillprozesses entspricht:

$$\sum_{j=1}^m |\Delta P_R|.$$

[0030] Die Funktionseinheiten KA (1) bis KA (m) werden in Kombination mit den Funktionseinheiten PS (1) bis PS (p) den Anforderungen des Gridcodes gerecht.

[0031] Es bedeuten:

5	t_0	Zeitpunkt des sprungförmigen Frequenzabfalls
	$t_1 - t_0$	Zeitintervall der Primärregelleistungsaktivierung
	$t_2 - t_0$	technisch mögliches Zeitintervall für die Leistungsbereitstellung durch Kondensatstau/Anzapfdampfstoppp gemäß Forderung des Gridcodes
10	t_2	Zeitpunkt der Rücknahme der Leistungsbereitstellung durch Kondensatstau/Anzapfdampfstoppp sowie Beginn der Leistungsaktivierung durch die Funktionseinheiten PS
	t_3	Beginn des Refillprozesses
	t_4	Beginn der frequenzabhängigen Reduzierung der aktivierten Primärregelleistung
	t_5	Ende der frequenzabhängigen Reduzierung der aktivierten Primärregelleistung
	$t_6 - t_3$	Zeitintervall der Leistungsbereitstellung der Funktionseinheiten PS für den Refillprozess
15	t_6	Ende des Refillprozesses

Patentansprüche

- 20 1. Verfahren zur Primärregelung für ein Netz, wobei einzelne Kraftwerksblöcke im modifizierten Gleitdruckbetrieb (angedrosselten Turbineneinlassventile) oder reinem Gleitdruckbetrieb (voll geöffnete Turbineneinlassventile) Primärregelleistung in das Netz einspeisen,
gekennzeichnet dadurch,
25 **dass** mehrere Kraftwerksblöcke eines Unternehmens als Einheit zur Ausregelung von quasistationären Frequenzabweichungen von +/- 200 mHz für das Netz zusammengefasst aktiviert werden, wobei bei quasistationären Frequenzabweichungen im Netz von + 40 bis - 40 mHz mit den durch Androsselung der Turbineneinlassventile betriebenen Kraftwerksblöcke die quasistationäre Frequenzabweichung ausgeglichen wird, ab einer quasistationären Frequenzabweichung im Netz von +/- 40 mHz bis +/- 200 mHz die Kraftwerksblöcke mit reinem Gleitdruckbetrieb für die Bereitstellung der Primärregelleistung eingesetzt werden.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Leistung bei Inanspruchnahme der Primärregelung in den mit reinem Gleitdruckbetrieb gefahrenen Kraftwerksblöcken durch die Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstoppp, ohne für die Primärregelung Leistung vorzuhalten, bereitgestellt wird.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch, dass** die bei Eingreifen der Primärregelung in den mit reinem Gleitdruck betriebenen Kraftwerksblöcken durch die Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstoppp erbrachte Leistung für die Primärregelleistung nach einer anlagenbedingten Aufhebung dieser Betriebsart durch eine frequenzabhängige Inbetriebnahme von ebenfalls in das Netz elektrische Energie einspeisende Pumpspeicherturbinen eines Pumpspeicherkraftwerkes erbracht wird.
- 40 4. Verfahren nach Anspruch 3, **gekennzeichnet dadurch, dass** mit der Inbetriebnahme der Pumpspeicherturbinen eine anteilmäßig höhere Leistung bereitgestellt wird als zum Ausgleich der quasistationären Frequenzabweichung notwendigen Leistung, wobei der höhere Leistungsanteil zum Durchführen eines Refillvorganges an den mit reinem Gleitdruckbetrieb gefahrenen Kraftwerksblöcken in der Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstoppp verwendet wird.
- 45 5. Verfahren nach Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch, dass** der höhere Leistungsanteil zum Durchführen des Refillvorganges so groß gewählt wird, dass innerhalb von 15 min. nach Erreichen der Sollfrequenz im Netz die Leistung der Primärregelung aus den in der Betriebsart Kondensatstau und/oder Anzapfdampfstoppp betriebenen Kraftwerksblöcken erneut bereitgestellt wird.
- 50

Claims

- 55 1. Method of primary control for a power supply system, wherein single power plant blocks in modified variable-pressure operation (throttled turbine intake valves) or in purely variable-pressure operation (fully opened turbine intake valve) feed primary control output into the power supply system,
characterised in that

several power plant blocks of a company are activated as a unit for correcting quasi-stationary frequency deviations of +/- 200 MHz for the power supply system, wherein for quasi-stationary frequency deviations in the power supply system + 40 to - 40 MHz with which by throttling the turbine intake valves in the power plant blocks, the quasi-stationary frequency deviation is corrected, starting from a quasi-stationary frequency deviation of +/- 40 MHz to +/- 200 MHz the power plant blocks with purely variable-pressure for the provision of the primary control output are used.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** when using the primary control in the power plant blocks operated with pure variable-pressure, the output is provided through the condensate-storage and/or bleed-steam-stop operating mode without having to provide output for the primary control.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** upon the action of the primary control in the power plant blocks operated with pure variable pressure through the condensate-storage and/or bleed-steam-stop operating mode, the output provided for the primary control output according to a plant-based shut-off of this operating mode through a frequency dependent initial operation is also provided by the pumped storage turbine of a pumped storage power plant that feeds electric power into the power supply system.
4. Method according to claim 3, **characterised in that** with the initial operation of the pumped storage turbines a higher proportion of output is generated than the output needed to compensate the quasi-stationary frequency deviation, wherein the higher output proportion is used for executing a refill process on the power plant blocks operated with purely variable-pressure modes in the condensate-storage and/or bleed-steam-stop operating modes.
5. Method according to claim 4, **characterised in that** the higher output proportion for executing the refill process is chosen so large that within 15 minutes after attaining the nominal frequency in the power supply system the output of the primary control from the power plants operated in the condensate-storage and/or bleed-steam-stop mode can be made available anew.

Revendications

1. Procédé de régulation primaire pour un réseau selon lequel différentes tranches d'une centrale injectent de la puissance de réglage primaire dans le réseau dans une marche sous pression variable modifiée (soupapes d'admission de la turbine étranglées) ou sous pression variable pure (soupapes d'admission de la turbine complètement ouvertes),
caractérisé en ce que
plusieurs tranches de la centrale d'une entreprise sont activées de manière groupée en tant qu'unité destinée à compenser les variations de fréquence quasi-stationnaires de +/- 200 mHz dans le réseau, dans le cas de variations de fréquence quasi-stationnaires dans le réseau de + 40 à - 40 mHz, la variation de la fréquence quasi-stationnaire étant compensée par les tranches de la centrale fonctionnant en mode d'étranglement des soupapes d'admission de la turbine et, à partir d'une variation de fréquence quasi-stationnaire dans le réseau de +/- 40 mHz jusqu'à +/- 200 mHz, les tranches de la centrale fonctionnant en mode sous pression variable pure étant utilisées pour fournir la puissance de réglage primaire.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, lors de l'utilisation du réglage primaire dans les tranches de la centrale fonctionnant sous pression variable pure, la puissance est fournie par le mode accumulation des condensats et/ou arrêt vapeur de soutirage sans mise à disposition de la puissance pour le réglage primaire.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, lors de la mise en action du réglage primaire dans les tranches de la centrale fonctionnant en marche sous pression variable pure, la puissance fournie par le mode accumulation des condensats et/ou arrêt vapeur de soutirage est mise à disposition pour la puissance de réglage primaire après une suppression de ce mode due à l'installation, suite à une mise en service en fonction de la fréquence des turbines à accumulation par pompage d'une centrale à accumulation par pompage injectant également de l'énergie électrique dans le réseau.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la mise en service des turbines à accumulation par pompage permet la mise à disposition d'une puissance proportionnellement supérieure à celle nécessaire pour compenser la variation de fréquence quasi-stationnaire, la part de puissance plus élevée étant utilisée pour l'opération de remplissage des tranches de la centrale lors de la marche sous pression variable pure en mode accumulation des condensats et/ou arrêt vapeur de soutirage.

EP 1 437 484 B1

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la part de puissance plus élevée destinée à l'opération de remplissage est choisie de telle sorte que, dans un laps de temps de 15 min après que la fréquence théorique dans le réseau est atteinte, la puissance de réglage primaire est à nouveau mise à disposition à partir des tranches de la centrale fonctionnant en mode accumulation des condensats et/ou arrêt vapeur de soutirage.

5

10

15

20

25

30

35

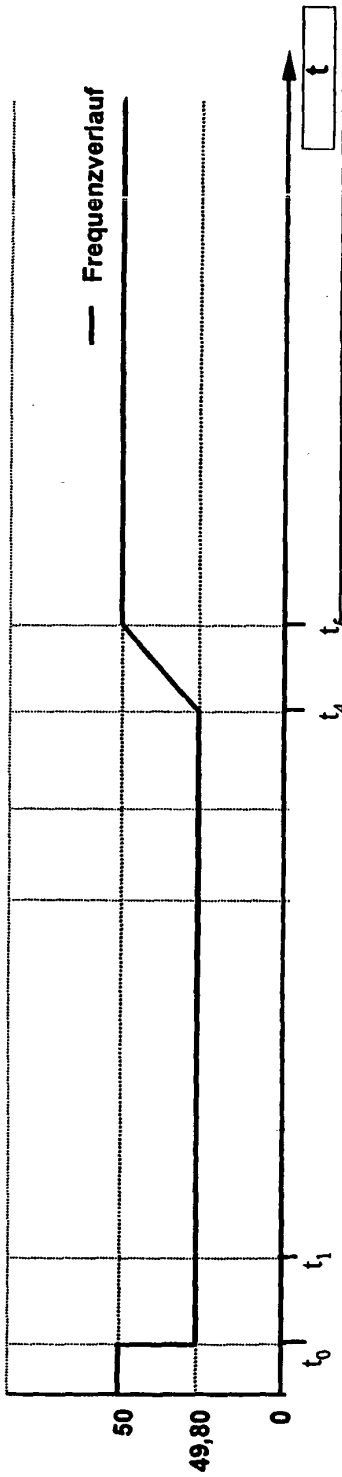
40

45

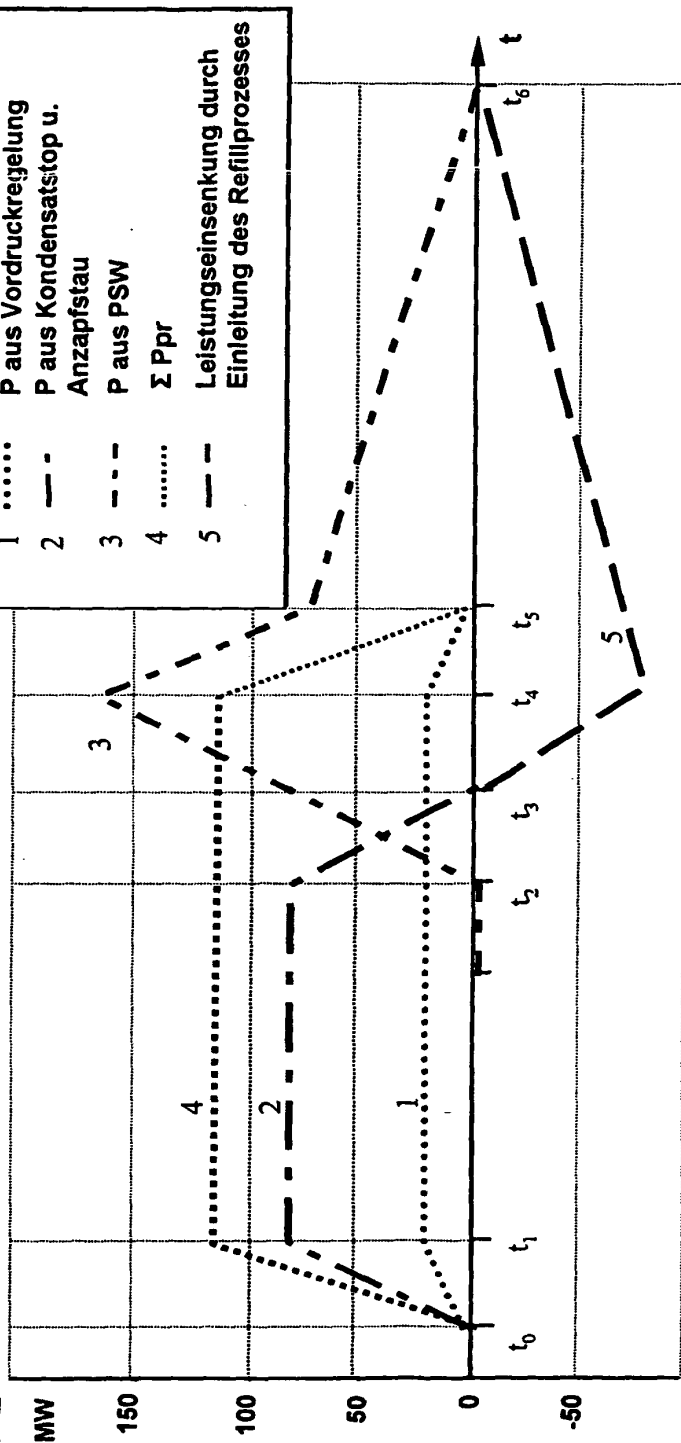
50

55

Figur 1



Figur 2



Figur 3

