



(10) **DE 10 2005 034 847 B4** 2016.02.11

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 034 847.5**

(22) Anmeldetag: **26.07.2005**

(43) Offenlegungstag: **08.02.2007**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.02.2016**

(51) Int Cl.: **F22B 35/00 (2006.01)**
F22D 5/34 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**STEAG Power Saar GmbH, 66111 Saarbrücken,
DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte BERNHARDT/WOLFF
Partnerschaft, 66113 Saarbrücken, DE**

(72) Erfinder:

**Prinz, Stephan, 66287 Quierschied, DE; Schreiber,
Wolfgang, 66280 Sulzbach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

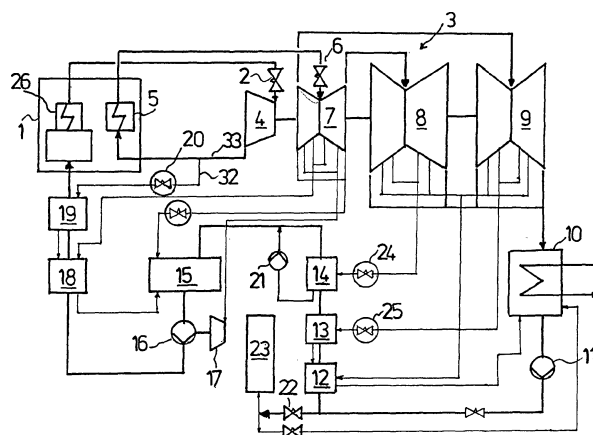
DE	33 04 292	C2
DE	198 53 206	C1
DE	000001932721	B2
DE	000002425794	A1

DE	25 55 897	A1
DE	35 34 687	A1
DE	36 07 210	A1
DE	197 50 125	A1
DE	10 31 317	B
DE	10 15 008	A
DE	10 35 158	B
EP	0 861 366	B1

**Falgenhauer, G.: Beitragsmöglichkeiten
der Speisewasser-,Kondensat- und
Anzapfdampfströme zur schnellen
Leistungsänderung fossil befeuerter
Kraftwerksblöcke. Heft 1. Essen : VGB
Kraftwerkstechnik GmbH, 1980 (VGB
Kraftwerkstechnik). 18 - 23. - ISBN ISSN 0372-
5715**

(54) Bezeichnung: **Dampfkraftwerksanlage**

(57) Hauptanspruch: Dampfkraftwerksanlage mit einem zur Beheizung des Speisewassers für den Dampferzeuger (1) Dampf aus der Turbine (3) verwendenden Vorwärmsystem, das mehrere Hochdruckvorwärmer (18, 19) in Reihenanordnung umfasst, sowie mit Einrichtungen (20; 22, 24, 25) zur wenigstens teilweisen Abschaltung des Vorwärmsystems im Rahmen der Primärregelung der Netzfrequenz, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschalteinrichtungen (20), was die Hochdruckvorwärmer betrifft, nur zur Abschaltung des in der Reihenanordnung letzten Hochdruckvorwärmers (19) vor dem Dampferzeuger (1) vorgesehen sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dampfkraftwerksanlage mit einem zur Beheizung des Speisewassers für den Dampferzeuger Dampf aus der Turbine verwendeten Vorwärmsystem, das mehrere Hochdruckvorwärmer in Reihenanordnung umfasst, sowie mit Einrichtungen zur wenigstens teilweisen Abschaltung des Vorwärmsystems im Rahmen der Primärregelung der Netzfrequenz.

[0002] Durch plötzlichen Ausfall von Kraftwerken oder Zuschaltung von Großverbrauchern können die durch die Kraftwerke eines Netzes erbrachte elektrische Gesamtleistung und die Leistungsanforderung an das Netz aus dem Gleichgewicht geraten. Es kommt zu einer Änderung der Netzfrequenz. Solchen Netzfrequenzänderungen kurzfristig entgegen zu wirken, ist Aufgabe der sog. Primärregelung. Bei Abfall der Netzfrequenz sind die an der Primärregelung beteiligten Kraftwerke verpflichtet, kurzfristig ihre Leistung in einem vom Ausmaß der Netzfrequenzänderung abhängigen Umfang zu erhöhen.

[0003] In Dampfkraftwerksanlagen lassen sich derart kurzfristige Leistungserhöhungen nicht durch Änderung der Heizleistung erreichen.

[0004] In einem Zeitschriftenartikel von G. Falgenhauer „Beitragsmöglichkeiten der Speisewasser-, Kondensat- und Anzapfdampfströme zur schnellen Leistungsänderung“, VGB-Kraftwerkstechnik 60, Heft 1, Januar 1980, werden verschiedene Möglichkeiten zur kurzfristigen Leistungssteigerung in Dampfkraftwerksanlagen beschrieben. Neben der Möglichkeit, die Turbine im angedrosselten Zustand der Dampfeinlassventile zu betreiben und zur Leistungserhöhung die Androsselung aufzuheben, können kurzfristige Leistungserhöhungen ferner durch Abschalten der Vorwärmer erreicht werden. Es wird im Dampferzeuger bzw. Vorwärmsystem gespeicherte Energie als Leistungsreserve genutzt. Der genannte Zeitschriftenartikel betont die Wichtigkeit, innerhalb eines Stranges alle Hochdruckvorwärmer abzuschalten, damit durch in Flussrichtung in Betrieb verbleibende Vorwärmer die Abschaltwirkung nicht beeinträchtigt wird.

[0005] Aus der DE 1 031 317 B ist eine Einrichtung zum Abfangen eines Laststoßes einer mit Zwischenüberhitzung und im Regenerativverfahren mit ungesteuerter Entnahme arbeitenden Turbine bekannt, bei der eine Entnahmeleitung, die vor dem Zwischenüberhitzer Heizdampf für einen einzigen Regenerativ-Hochdruckvorwärmer entnimmt, über eine Ventilanordnung vom Hochdruckvorwärmer auf eine den Zwischenüberhitzer überbrückende Umgehungsleitung umschaltbar ist, die ihrerseits an eine Stufe des Niederdruckteils der Turbine angeschlossen ist.

[0006] Weitere Dampfkraftwerksanlagen sowie Verfahren zu deren Betrieb sind aus der DE 198 53 206 C1, der DE 197 50 125 A1, der DE 33 04 292 C2, der DE 24 25 794 A1, der DE 1 015 008 A und der EP 0 861 366 B1 bekannt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neue Dampfkraftwerksanlage der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die bei geringstmöglicher Beeinträchtigung des Wirkungsgrades der Anlage kurzfristige Erhöhungen der elektrischen Leistung im Rahmen der Primärregelung der Netzfrequenz ermöglicht.

[0008] Die diese Aufgabe lösende Dampfkraftwerksanlage nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Abschalteinrichtungen, was die Hochdruckvorwärmer betrifft, nur zum Abschalten des in der Reihenanordnung letzten Hochdruckvorwärmers vor dem Dampferzeuger vorgesehen ist.

[0009] Es hat sich erwiesen, dass bei Beschränkung auf die Abschaltung des letzten Hochdruckvorwärmers ein störungsfreier, im Wirkungsgrad uneinchränkter Weiterbetrieb des Dampferzeugers erreicht werden kann.

[0010] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfassen die Abschalteinrichtungen ein schnell schließendes Ventil in einer Leitung, welche dem letzten Hochdruckvorwärmer aus der Hochdruckstufe der Turbine austretenden Dampf zuführt. Bei Schließzeiten kleiner als 1,5 Sekunden wird eine entsprechend schnelle Leistungserhöhung erreicht.

[0011] Vorzugsweise umfasst das Ventil eine kontinuierlich verstellbare Regeldrehklappe. Durch eine solche Regelklappe lässt sich das Ausmaß der Abschaltung regeln und entsprechend der Veränderung der Netzfrequenz einstellen.

[0012] Um die hohen erforderlichen Antriebskräfte aufbringen zu können, ist das Regelventil vorzugsweise hydraulisch antreibbar, z. B. durch einen elektro-hydraulischen Wandler.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zweigt die Leitung, in welcher das Ventil angeordnet ist, von einer Leitung ab, welche aus der Hochdruckstufe der Turbine austretenden Dampf zur Aufladung in den Dampferzeuger zurückführt.

[0014] Die Abschalteinrichtungen können ferner zur Abschaltung von Niederdruckvorwärmern des Vorwärmsystems vorgesehen sein, wozu die Abschalteinrichtungen ein Regelventil zur vorübergehenden Ableitung durch die Niederdruckvorwärmer fließenden Speisewassers in den Kaltwasserspeicher der Kraftwerksanlage umfassen. Darüber hinaus können

Abzapfdampf aus der Niederdruckstufe absperrende Regelventile vorgesehen sein.

[0015] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung umfasst der Dampferzeuger einen bei Abschaltung des letzten Hochdruckvorwärmers zuschaltbaren, durch Verbrennungsgase beheizbaren Wärmetauscher zur Vorwärmung des Speisewassers. Dieser Wärmetauscher kann Teil einer Reihenanordnung zur Vorwärmung des Speisewassers eingesetzter Wärmetauscher sein.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und der beiliegenden, sich auf diese Ausführungsbeispiele beziehenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0017] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Dampfkraftwerksanlage nach der Erfindung, und

[0018] Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für einen in einer Dampfkraftwerksanlage nach der Erfindung verwendbaren Dampferzeuger in einer Teilansicht.

[0019] In der in Fig. 1 gezeigten Dampfkraftwerksanlage mit einem Dampferzeuger 1 wird in einem Verdampfer 26 erzeugter Dampf über ein Regelventil 2 einer Turbine 3 zugeführt. Aus einer Hochdruckstufe 4 der Turbine austretender Dampf gelangt über eine Leitung 33 in einen im Dampferzeuger angeordneten Zwischenüberhitzer 5 und ein weiteres Regelventil 6 in eine Mitteldruckstufe 7 der Turbine 3. Aus der Mitteldruckstufe 7 austretender Dampf wird Niederdruckstufen 8 und 9 der Turbine zugeführt. Aus den Niederdruckstufen 8 und 9 austretender Dampf gelangt in einen Hauptkondensator 10. Eine Kondensatpumpe 11 befördert kondensiertes Wasser in eine Reihenanordnung von Niederdruckvorwärmern 12 bis 14. Dem Niederdruckvorwärmer 12 wird zur Beheizung aus den Niederdruckstufen 8 und 9 der Turbine 3 austretender Dampf zugeführt. Die Niederdruckvorwärmer 13 und 14 erhalten aus den Niederdruckstufen 8 und 9 abgezapften Dampf. Der letzte Niederdruckvorwärmer 14 der Reihenanordnung steht in Verbindung mit einem Speisewasserbehälter 15. An den Speisewasserbehälter 15 ist eine Speisewasserpumpe 16 angeschlossen. Die Speisewasserpumpe 16 wird durch eine Turbine 17 angetrieben, welcher aus der Mitteldruckstufe 7 der Turbine 3 abgezapfter Dampf zugeführt wird. Der Speisewasserpumpe 16 nachgeschaltet sind Hochdruckvorwärmer 18 und 19 in Reihenanordnung. Dem Hochdruckvorwärmer 18 wird zur Beheizung aus der Mitteldruckstufe 7 abgezapfter Dampf zugeführt. Der in der Reihenanordnung letzte Hochdruckvorwärmer 19 vor dem Dampferzeuger 1 erhält einen Teil des aus der Hochdruckstufe 4 der Turbine 3 austretenden Dampfes, welcher ihm über eine von der Leitung 33 abzweigende Leitung 32, in der eine Regeldrehklappe 20 angeordnet ist, zugeführt wird.

[0020] Heizdampfkondensat aus den Hochdruckvorwärmern 18 und 19 gelangt in den Speisewasserbehälter 15. Der Speisewasserbehälter 15 erhält ferner Kondensat aus dem Niederdruckvorwärmer 14, welches ihm über eine Nebenkondensatpumpe 21 zugeführt wird. Kondensat aus den Niederdruckvorwärmern 12 und 13 fließt in den Hauptkondensator 10.

[0021] Der Hauptkondensator 10 steht über ein Regelventil 22 ferner in Verbindung mit einem Kaltwasserspeicher 23.

[0022] In Fällen, in denen die elektrische Leistung der Dampfkraftwerksanlage zur Konstanthaltung der Netzfrequenz im Rahmen der Primärregelung kurzfristig erhöht werden muss, wird die Regeldrehklappe 20 je nach Abweichung der Netzfrequenz vom Sollwert ganz oder teilweise geschlossen. Die durch einen elektro-hydraulischen Wandler angetriebene Regeldrehklappe 20 lässt sich in dem betrachteten Ausführungsbeispiel in weniger als 1,5 Sekunden schließen. Bei geschlossener oder teilweise geschlossener Regeldrehklappe gelangt über den Zwischenüberhitzer 5 mehr Dampf in die Turbine 3, wodurch sich die elektrische Leistung der Dampfkraftwerksanlage erhöht. Diese Leistungserhöhung dauert lange genug an, um die erhöhte Leistung unterdessen ohne zwischenzeitlichen Leistungsabfall durch Steigerung der Feuerleistung im Dampferzeuger erbringen zu können.

[0023] In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel einer Dampfkraftwerksanlage lassen sich zur kurzfristigen Leistungserhöhung ferner die Niederdruckvorwärmer 12 bis 14 abschalten. Hierzu wird über das Regelventil 22 Kondensat abgezweigt und im Kaltwasserspeicher 23 zwischengespeichert.

[0024] Die Dampfzabzapfung aus den Niederdruckstufen 8 und 9, welche ferner über den Niederdruckvorwärmern 13 und 14 vorgeschaltete Regelventile 24 und 25 beeinflussbar ist, wird so vermindert und es steht mehr die Turbine antreibender Dampf zur Verfügung.

[0025] Die oben beschriebenen Maßnahmen zur kurzfristigen Leistungserhöhung machen ein gedrosseltes Ansteuern der Turbine über das Regelventil 2 überflüssig.

[0026] Ein in Fig. 2 ausschnittsweise gezeigter Dampferzeuger 1a mit einem Verdampfer 26a weist dem Verdampfer 26a vorgeschaltete Wärmetauscher 27 und 28 zur weiteren Vorwärmung des Speisewassers auf, welche durch Verbrennungsgase beheizbar sind, die anschließend noch der Luftvorwärmung dienen.

[0027] Der Wärmetauscher 27 erhält über eine Leitung 29 Speisewasser aus einem letzten HD-Vor-

wärmer **19a** vor dem Dampferzeuger **1a**. Ein Ventil **30** dient der wahlweisen Durchleitung von Verbrennungsgas nur durch den Wärmetauscher **27** oder beide Wärmetauscher.

[0028] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Wärmetauscher **27** ständig in Betrieb. Die Wärmeabgabe durch die Verbrennungsgase ist so bemessen, dass die Verbrennungsgastemperatur beim Austritt aus dem Dampferzeuger nicht unter den erforderlichen Mindestwert oberhalb des Säuretaupunkts abfällt.

[0029] In Fällen einer kurzfristig notwendigen Leistungssteigerung, in welchem der HD-Vorwärmer **19a** abgeschaltet wird, kann zum Ausgleich der fehlenden Wärmezufuhr durch den HD-Vorwärmer der Wärmetauscher **28** zusätzlich in Betrieb genommen und damit eine weitere, im Verbrennungsgas enthaltene Energiereserve genutzt werden. Eine nur vorübergehende Abkühlung der Verbrennungsgase unter den Säuretaupunkt kann hierbei in Kauf genommen werden.

Patentansprüche

1. Dampfkraftwerksanlage mit einem zur Beheizung des Speisewassers für den Dampferzeuger (**1**) Dampf aus der Turbine (**3**) verwendenden Vorwärmesystem, das mehrere Hochdruckvorwärmer (**18**, **19**) in Reihenanordnung umfasst, sowie mit Einrichtungen (**20**; **22**, **24**, **25**) zur wenigstens teilweisen Abschaltung des Vorwärmesystems im Rahmen der Primärregelung der Netzfrequenz, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschalteinrichtungen (**20**), was die Hochdruckvorwärmer betrifft, nur zur Abschaltung des in der Reihenanordnung letzten Hochdruckvorwärmers (**19**) vor dem Dampferzeuger (**1**) vorgesehen sind.

2. Dampfkraftwerksanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschalteinrichtungen (**20**; **22**, **24**, **25**) ein schnell schließendes Ventil in einer Leitung (**32**) aufweisen, welche dem letzten Hochdruckvorwärmer (**19**) aus der Hochdruckstufe (**4**) der Turbine (**3**) austretenden Dampf zuführt.

3. Dampfkraftwerksanlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leitung (**32**), in welcher das Ventil angeordnet ist, von einer Leitung (**33**) abzweigt, welche aus der Hochdruckstufe (**4**) der Turbine (**3**) austretenden Dampf zur Aufladung in den Dampferzeuger (**1**) zurückführt.

4. Dampfkraftwerksanlage nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventil eine kontinuierlich verstellbare Regeldrehklappe umfasst.

5. Dampfkraftwerksanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das

Ventil hydraulisch, vorzugsweise durch einen elektrohydraulischen Wandler, antreibbar ist.

6. Dampfkraftwerksanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschalteinrichtungen (**22**, **24**, **25**) ferner zur Abschaltung von Niederdruckvorwärmern (**12–14**) des Vorwärmesystems vorgesehen sind.

7. Dampfkraftwerksanlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschalteinrichtungen (**22**, **24**, **25**), was die Niederdruckvorwärmer (**12–14**) betrifft, ein Regelventil (**22**) zur vorübergehenden Ableitung durch die Niederdruckvorwärmer (**12–14**) fließenden Speisewassers in den Kaltwasserspeicher (**23**) umfassen.

8. Dampfkraftwerksanlage nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschalteinrichtungen (**22**, **24**, **25**), was die Niederdruckvorwärmer (**12–14**) betrifft, wenigstens ein Regelventil (**24**, **25**) zur Unterbrechung der Heizdampfzufuhr umfassen.

9. Dampfkraftwerksanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dampferzeuger (**1a**) einen bei Abschaltung des letzten Hochdruckvorwärmers zuschaltbaren, durch Heizgase beheizbaren Wärmetauscher (**28**) zur weiteren Vorwärmung des Speisewassers umfasst.

10. Dampfkraftwerksanlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmetauscher (**28**) Teil einer Reihenanordnung von Wärmetauschern (**27**, **28**) des Dampferzeugers (**1a**) ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

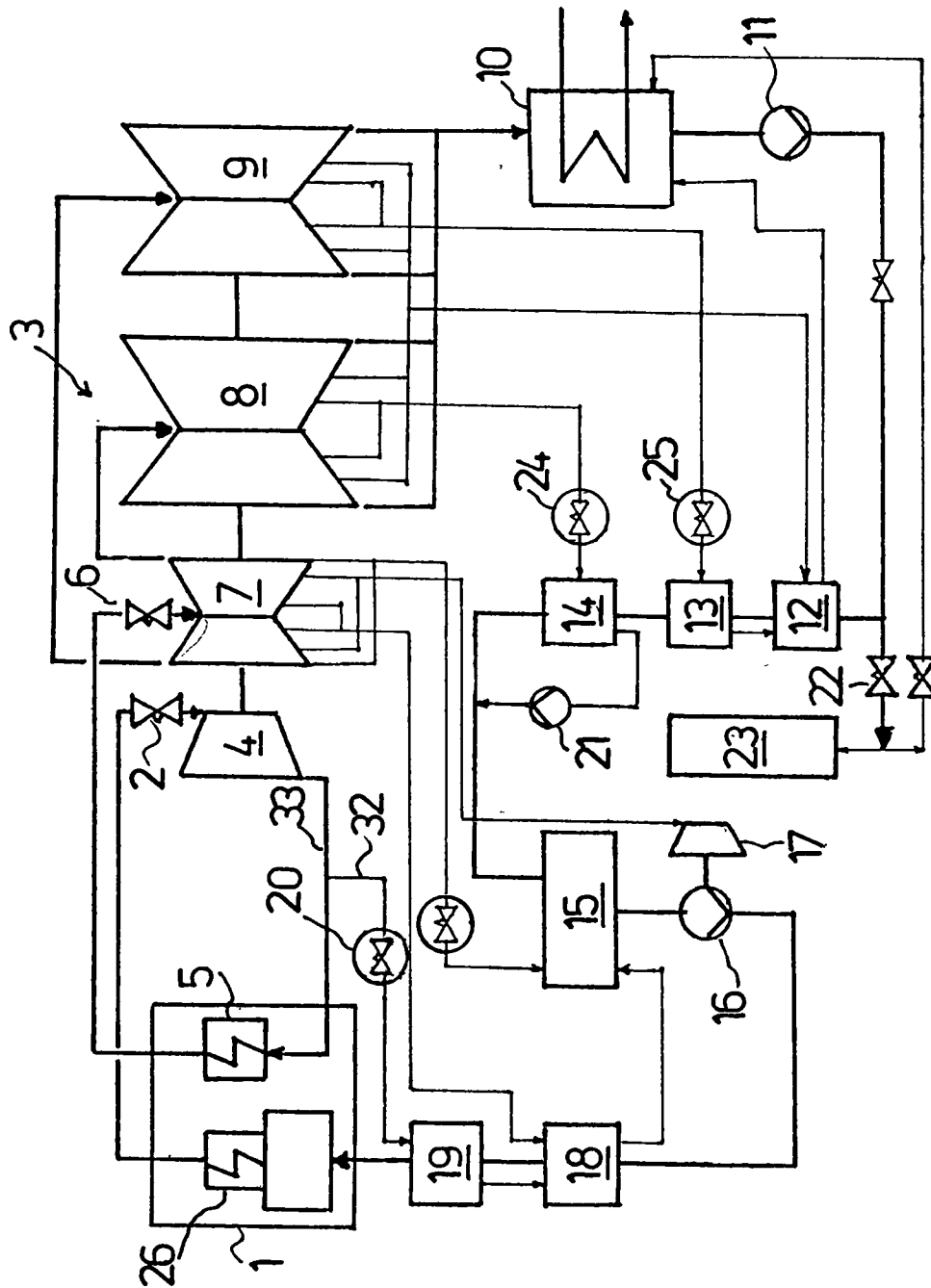


FIG.1

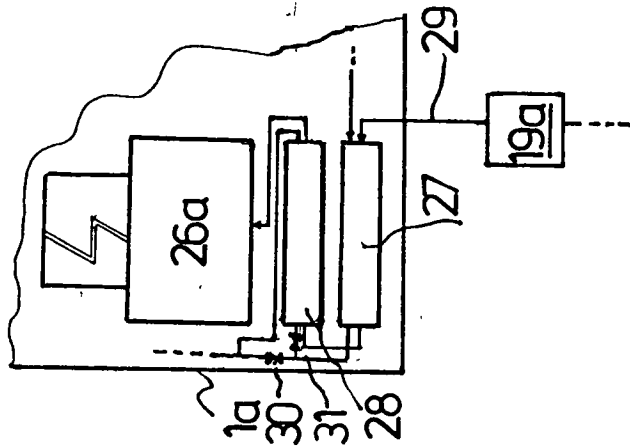


FIG.2