



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.<sup>3</sup>: F 01 K 9/00

# Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



**PATENTSCHRIFT** A5

11

**631 237**

21 Gesuchsnummer: 12929/77

73 Inhaber:  
Charles W. Reed, Concord/CA (US)

22 Anmeldungsdatum: 24.10.1977

72 Erfinder:  
Charles W. Reed, Concord/CA (US)

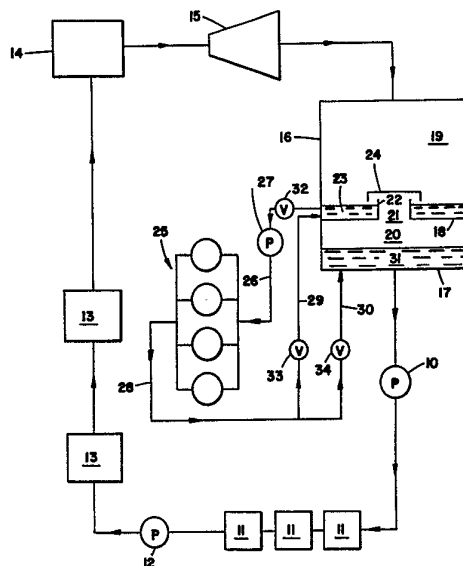
24 Patent erteilt: 30.07.1982

45 Patentschrift  
veröffentlicht: 30.07.1982

74 Vertreter:  
Bovard & Cie., Bern

## 54 Verfahren zum Entfernen von Verunreinigungen von Wasser in einer Dampfkraftanlage und Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

57 In einer Dampfkraftanlage wird die Reinigung des Kondensates in einem Seitenstromsystem mit Reinigungseinrichtung (25) durchgeführt. Im Kondensator (16) trennt eine Schikane (18) einen stromaufwärtigen Teil von einem stromabwärtigen Teil mit Warmkondensatbehälter (17) ab. Ein Durchlass (21) in der Schikane (18) für den Durchlass von Fluid zum Warmkondensatbehälter hat ein Wehr (22) an ihrer stromaufwärtigen Seite zum Zurückhalten einer Kondensatmenge (23). Eine erste Leitung (26) mit Pumpe (27) dient zur Abführung von Kondensat aus dieser Menge zur Reinigungseinrichtung (25); eine zweite Leitung (28, 29) dient zur Rückführung von gereinigtem Kondensat zur zurückgehaltenen Menge in einem Umwälzprozess; eine dritte Leitung (28, 30) dient zur Rückführung von gereinigtem Kondensat zum stromabwärts der Schikane gelegenen Teil des Kondensators, also zum Warmkondensatbehälter. Durch diese Anordnung der Reinigungseinrichtung wird erreicht, dass diese nicht für den höchsten in der Anlage auftretenden Druck ausgelegt werden muss, wie dies bei ihrer Anordnung nach der Hauptspeisepumpe (12) der Fall wäre.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Entfernen von Verunreinigungen von Wasser in einer Dampfkraftanlage, die einen Betriebsfluidströmungsweg hat, in welchen ein Kondensator mit Warmkondensatbehälter eingesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil des Kondensatstromes durch den Kondensator stromaufwärts des Warmkondensatbehälters unterbrochen wird und Kondensat dem Kondensator entzogen wird, die Verunreinigungen aus dem entzogenen Kondensat entfernt werden an einer Stelle, die in Abstand vom Kondensator gelegen ist, und dann dieses Kondensat zum Warmkondensatbehälter des Kondensators und/oder zum stromaufwärtigen Teil des Kondensators zurückgeführt wird, aus der er entnommen wurde, um so das Kondensat wieder in den Betriebsfluidströmungsweg einzubringen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im wesentlichen der ganze Kondensatstrom durch den Kondensator stromaufwärts des Warmkondensatbehälters unterbrochen wird und nach Entfernen der Verunreinigungen alles dieses Kondensat in den Warmkondensatbehälter eingeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im wesentlichen der ganze Kondensatstrom vom Kondensator stromaufwärts des Warmkondensatbehälters unterbrochen wird und, nachdem die Verunreinigungen entfernt worden sind, ein Teil desselben zum stromaufwärtigen Teil des Kondensators zurückgeführt wird, wogegen ein anderer Teil in den Warmkondensatbehälter zurückgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im wesentlichen der ganze entzogene Kondensatstrom in den stromaufwärtigen Teil des Kondensators zurückgeführt wird für die Wiedereinführung in den Betriebsfluidströmungsweg.

5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Aufteilmittel (18), die in dem Kondensator (16) angeordnet sind zum Trennen von Kondensat auf einer ersten Seite der Aufteilmittel von Kondensat im Warmkondensatbehälter (17); einen Durchlass (21) durch die Aufteilmittel für das Durchlassen von Kondensat von der ersten Seite zum Warmkondensatbehälter; vom Kondensator in Abstand gelegene Mittel (25; 104) zum Entfernen von Verunreinigungen aus dem entzogenen Kondensat; erste Leitungsmittel (26), die einen Strömungsweg von der ersten Seite der Aufteilmittel zu den Verunreinigungsentfernungsmitteln bilden; zweite Leitungsmittel (28, 29), die einen Strömungsweg von den Verunreinigungsentfernungsmitteln zur ersten Seite der Aufteilmittel bilden, und dritte Leitungsmittel (28, 30), die einen Strömungsweg von den Verunreinigungsentfernungsmitteln zum Warmkondensatbehälter (17) bilden.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch Ventilmittel (32, 33, 34) in Kombination mit den ersten, den zweiten und den dritten Leitungsmitteln, zum selektiven Öffnen und Schliessen des Strömungsweges durch jedes dieser Leitungsmittel.

7. Einrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch am Durchlass (21) vorgesehene Mittel (22), die beispielsweise aus einem Wehr bestehen, zum Zurückhalten eines vorgewählten Volumens von Kondensat auf der ersten Seite der Aufteilmittel.

8. Einrichtung nach Anspruch 5, in welcher der Kondensator so angeschlossen ist, dass er Dampf aus einer Turbine aufnimmt, und in welcher ferner der Warmkondensatbehälter (17) mit dem Einlass einer Hauptkondensatpumpe (10) verbunden ist, und in welcher eine Pumpe (27) in den ersten Leitungsmitteln (26) eingesetzt ist zur Herbeiführung eines Kondensatstromes durch die Mittel (25) zum Entfernen von Verunreinigungen.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, in welcher eine Mehrzahl besagter Kondensatoren (100, 101) vorhanden ist, wobei die den ersten, zweiten und dritten Leitungsmitteln zugeordneten Ventilmittel einstellbar sind, um nach Bedarf einen oder mehrere der Kondensatoren mit den Mitteln (104) zum Entfernen von Verunreinigungen zu verbinden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 und eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens. Beide dienen vornehmlich zum Reinigen von beim Betrieb einer Dampfturbinenanlage anfallendem Kondensat; dabei wird unter Reinigen z.B. das ganze oder teilweise Entfernen oder das Neutralisieren von unerwünschten Anteilen des Kondensats beispielsweise durch Demineralisierung, Filtrierung oder Sterilisation zwecks Abtötens von Keimen verstanden, wobei diese Vorgänge auch kombiniert auftreten können.

Bei vielen bekannten Vollflusskondensatentmineralisierungseinrichtungen in Dampfkraftanlagen, wie sie beispielsweise bei Kernkraftwerken auftreten, sieht man eine Serieschaltung derselben in der Speisewassierzuführung stromabwärts der Hauptkondensatpumpe vor. Diese Demineralisierungseinrichtung ist deshalb für den höchsten im System auftretenden Druck ausgelegt, der beispielsweise 42 bis 50 Bar beträgt, wobei der Betriebsdruck im Normalfall etwa 35 Bar beträgt. Falls die Demineralisierungseinrichtung in einem solchen System vorübergehend umgangen werden soll, so kann möglicherweise die sich ergebende Verminderung des Druckes gegen die Kondensatpumpe das Pumpsystem beeinträchtigen und so den Wirkungsgrad der Kraftanlage beeinträchtigen, obwohl drosselnde Steuerungen verwendet werden im Umgehungsvorgang.

Bei Anordnung der Entmineralisierungseinrichtungen in einer solchen Serieschaltung besteht keine Möglichkeit des Umwälzens von Kondensat in geschlossenem Kreislauf durch den Kondensator und die Entmineralisierungseinrichtungen und besteht auch keine Möglichkeit des Durchführens der Reinigung dieser Einrichtungen, die erforderlich werden kann entweder bei übermäßigem Kondensatorlecken oder bei übermäßig grossem Mineralstoffgehalt im Kondensat; es wird dann eine vorübergehende Stilllegung der Kraftanlage unumgänglich.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen durch ein Verfahren, wie es im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 definiert ist; dabei gelangt vorzugsweise eine Einrichtung zur Verwendung, wie sie im Anspruch 5 definiert ist.

Die «Verunreinigungen» bestehen mindestens zur Hauptsache aus Mineralien. Die «Mittel zum Entfernen von Verunreinigungen» sind deshalb mindestens hauptsächlich Entmineralisierer.

In bevorzugter Ausführungsform kann die Einrichtung auch arbeiten bei hohen Mineralgehalten im Kondensat und ergeben sich noch andere Vorteile. U. a. werden auch Massnahmen beschrieben, die das Umgehen der Entmineralisierer ermöglichen, wenn dies gewünscht ist für gewisse Betriebszwecke, ohne dass dabei das Pumpsystem nachteilig beeinflusst wird. Man kann auch die Anlage betriebsfähig erhalten bei übermäßig grosser Kondensatorleckmenge und bei hohem Kondensatmineralstoffgehalt in einem Kondensator, der Teil eines Systems ist, in welchem mehrere Kondensatoren vorgesehen sind, die alle an die Entmineralisierer angeschlossen sind. In diesem Fall kann der einzige leckende Kondensator für sich allein durch alle die Entmineralisierungseinrichtungen bedient werden.

Diese Vorteile werden erreicht durch Anordnen der Ent-

mineralisierer im Kondensatkreislauf stromaufwärts der Hauptkondensatpumpe. Falls keine Entmineralisierung erforderlich ist, können die Entmineralisierer umgangen werden, ohne dass das Pumpsystem betroffen wird, weil die stromaufwärtige Umgehung zu den Entmineralisierern den Abgabedruck aus der Kondensatpumpe nicht beeinflusst.

Im Normalbetrieb wird die beschriebene Einrichtung meist benützt werden zum Auffangen von vollem Kondensatfluss und Abgeben desselben an den Warmkondensatbehälter des Hauptkondensators zwecks Wiedereinführens in den Dampfturbinenkreislauf. Falls jedoch der Mineralstoffgehalt immer noch zu hoch ist nach Durchlauf des Kondensates durch die Entmineralisierer, so kann das Kondensat erneut durch den Hauptkondensator hindurchgeführt werden, bis zulässige Grenzen erreicht worden sind und das Kondensat dann dem Warmkondensatbehälter des Hauptkondensators zugeführt wird und dann der Kondensatpumpe, wodurch ein Stilllegen der Anlage vermieden wird.

Weitere Besonderheiten der hier vorgeschlagenen Einrichtung liegen darin, dass dieses bei niedrigen Drücken arbeiten kann, beispielsweise bei solchen von  $3\frac{1}{2}$  bis 7 Bar, unter Benützung der Seitenstromkondensatpumpe, und bei verhältnismässig niedrigen Temperaturen, etwa unter  $57^\circ\text{C}$ , weil das behandelte Kondensat sich stromaufwärts des Warmkondensatbehälters befindet und noch nicht vorgewärmt worden ist im Warmkondensatbehälter, wo Mittel für ein solches Vorwärmen vorgesehen sind. Diese Besonderheiten ergeben beträchtliche Kostenverminderungen in dem Entmineralisierungssystem und für die Beschaffung der zu ihrem Betrieb erforderlichen Harze. Wo eine Wiederaufheizung im Kondensator Benützung findet, ergibt sich ein Kondensat von niedrigerer Temperatur für die Berührung mit den Entmineralisierungsharzen, wodurch deren Gebrauchdauer verlängert wird.

Der dem hier vorgeschlagenen Verfahren und zugehörigen Einrichtung zunächst gelegene Stand der Technik besteht aus einem Bypass-Wasserbehandlungssystem, das entwickelt wurde für die Cleveland Electric Illuminating Company für deren in Avon gelegene Anlage, worüber in «Electrical World», Ausgabe vom 2. Juli 1959 besonders auf den Seiten 18, 26 und 31 berichtet worden ist. Diese Anlage ist im wesentlichen ausgelegt für «tube-to-tube sheet joint weepage». Diese Anlage weist mehrere Betriebsprobleme auf, wie sie meistens bei konventionellen Vollfluss-Serie-Entmineralisierern auftreten. Auch wird in dieser Avon-Anlage ein allfälliger Rohrbruch bei der Warmwasserbehälterpumpe wahrgenommen. Dies ist zu spät, um eine stromabwärtige Verunreinigung zu verhindern. In der beschriebenen Einrichtung kann eine Verunreinigung schon festgestellt werden durch Probe-Entnahme stromaufwärts einer horizontalen Schikane im Hauptkondensator, also bevor das Kondensat an den Warmkondensatbehälter abgegeben wird. Es ist weiter darauf hinzuweisen, dass wenn in der Avon-Anlage ein Rohrbruch auftritt und demzufolge auf das Bypass-System umgeschaltet wird, die Pumpen der Entmineralisierer nicht mehr umgangen werden können, sondern in Serie mit der Kondensatpumpe benützt werden müssen. Dies führt dann in einem System mit Serieschaltung dazu, dass die Entmineralisiererpumpe durch den Saugstutzen der an Warmkondensatbehälter angeschlossenen Pumpen hindurch pumpt, was für den praktischen Betrieb den gleichen Nachteil hat wie die übliche im Hauptfluss geschaltete Entmineralisierungseinrichtung. Bei der hier vorgeschlagenen Einrichtung treten diese Schwierigkeiten nicht auf.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnung beispielsweise erläutert. Es zeigen:

kreislaufes mit einem einzigen Kondensator unter Anwendung der hier vorgeschlagenen Einrichtung, und

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Teiles des Dampfkreislaufes mit mehreren Kondensatoren, die einsetzbar sind unter Verwendung der hier vorgeschlagenen Einrichtung.

Die Fig. 1 veranschaulicht den Dampfkreislauf einer Dampfturbinenkraftanlage, in welcher der Strömungsweg für das Betriebsfluid eine Hauptkondensatpumpe 10 aufweist, die mit einer Serie von Niederdruckspeisewassererwärmern 11 in Verbindung steht, aus denen das Warmwasser zur Hauptspeisepumpe 12 gelangt und danach zu Hochdruckspeisewassererwärmern 13, aus denen das Speisewasser wieder in den Dampfkessel 14 gelangt. Der in letzterem erzeugte Dampf dient zum Betrieb einer einen Generator antreibenden Dampfturbine 15, die auslassseitig mit dem Hauptkondensator 16 verbunden ist. Letzterer umfasst in typischer Weise einen Warmkondensatbehälter 17 an seinem stromabwärtigen Ende. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass dieser übliche Dampfturbinenkreislauf nur zu Erläuterungszwecken angeführt ist und mannigfache Abwandlungen in diesem Kreislauf vorliegen könnten.

Die von der Erfindung betroffene Einrichtung weist eine horizontale Unterteilungsschikane 18 auf, die im Kondensator einen stromaufwärtigen Teil 19 und einen stromabwärtigen Teil 20 abgrenzt. Der Durchlass 21 durch die Unterteilungsschikane 18 ergibt eine Fluidverbindung zwischen den Teilen 19 und 20. Die Unterteilungsschikane 18 hat ein Wehr 22, das am Durchlass 21 angrenzt, zwecks Haltens einer Kondensatmenge 23 an der stromaufwärtigen Seite der Schikane 18. Es ist des weiteren eine Spritzschikane 24 über dem Durchlass 21 und dem Wehr 22 angeordnet, um zu verhindern, dass Fluid direkt durch den Durchlass 21 hindurch gelangt ohne Verbleiben in der Menge 23.

Eine Reihe von Wasserreinigungsapparaten, und zwar meistens eine Reihe von Kondensatentmineralisierern 25 ist separat vom Kondensator 16 angeordnet. Die Leitung 26 verbindet die Menge 23 mit den Entmineralisierern 25, wobei in ihr eine Kondensatpumpe 27 eingesetzt ist zum Herbeiführen eines Kondensatflusses durch die Leitung 26 und die Entmineralisierer 25. Eine Leitung 28 nimmt das entmineralisierte Kondensat aus den Entmineralisierern 25 auf und führt es durch eine Leitung 29 hindurch zur Menge 23 zurück.

Anstatt dessen kann das entmineralisierte Kondensat durch eine Leitung 30 zur stromabwärts der Unterteilungsschikane 18 gelegenen Partie geführt werden, also zum Kondensat 31 im Warmkondensatbehälter 17. Ventile bzw. Absperrorgane 32, 33 und 34 sind vorgesehen zum wahlweisen Öffnen und Schliessen des Durchlasses durch die Leitung 26, 29 bzw. 30.

Wenn die Turbinenanlage in Betrieb steht, aber keine Entmineralisierung des Kondensates erforderlich ist, so kann das Ventil 32 geschlossen und die Pumpe 27 ausser Betrieb gesetzt werden, wodurch Kondensat aus der Menge 23 das Wehr 22 überfluten und direkt in die Kondensatmenge 31 im Warmkondensatbehälter 17 gelangen wird unter vollständigem Umgehen des Entmineralisierungssystems. Falls eine Kondensatentmineralisierung stattfinden soll, so wird das Ventil 32 geöffnet und die Pumpe 27 in Betrieb gesetzt. Im Normalbetrieb mit voller Demineralisierung, aber ohne Rückführung zur Menge 23 ist das Ventil 33 geschlossen, aber das Ventil 34 geöffnet, damit (möglicherweise unvollständig) entmineralisiertes Kondensat in die Kondensatmenge 31 gelangt.

Beim Anfahren oder wenn aus anderem Grund eine zusätzliche Entmineralisierung erforderlich ist, wird das Ventil 34 geschlossen und das Ventil 33 geöffnet. Es fliesst dann Kondensat in einem Seitenkreislauf zur Menge 23 und von dort erneut durch die Pumpe 27 und die Entmineralisierer 25

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Dampfturbinen-

wieder zur Menge 23. Dieser Betriebszustand kann aufrechterhalten bleiben, bis eine genügend weitgehende Entmineralisierung erreicht ist. In gewissen Ausführungsarten von Hauptkondensatoren sind Massnahmen getroffen zur Aufheizung des Kondensates im Warmkondensatbehälter 17 oder im Zulauf zu demselben. In einer solchen Ausführung wird das durch die Leitung 30 fliessende, entmineralisierte Kondensat an einer geeigneten Stelle in den Hauptkondensator eingeführt, so dass es durch die in letzterem vorgesehene Aufheizzone fliesst. In einer Variante der Ausführung nach Fig. 1 würde die Leitung 30 an einer über der Menge 31 gelegenen Stelle in den Hauptkondensator einmünden und durch die Aufheizzone fliessen, bevor es in die Menge 31 gelangt.

In einer typischen Dampfkraftanlage können drei Hauptkondensatoren vorgesehen sein, die je an eine Niederdruckstufe der Turbine angeschlossen sind. Wenn in einem der Kondensatoren übermässiges Lecken auftritt, so kann das hier vorgeschlagene Seitenstromsystem dazu benützt werden, sämtliches aus dem leckenden Kondensator austretende Wasser durch das Entmineralisierungssystem hindurchzuführen, währenddem zugleich den zwei gehörig arbeitenden Kondensatoren erlaubt wird, das in ihnen entstehende Kondensat direkt durch den Durchlass 21 in deren Warmkondensatbehälter 17 abzugeben. Eine ähnliche Flexibilität ist im Anlaufbetrieb vorhanden. Eine zusätzliche Flexibilität im Betrieb ist gegeben durch die Möglichkeit des Einstellens der Ventile 33 und 34, so dass nur ein Teil des Kondensats durch die Entmineralisierer 25 strömt, währenddem der übrige Teil direkt in den Warmkondensatbehälter 17 gelangt.

Die Fig. 2 veranschaulicht eine mögliche Art der Verbindung von mehreren Hauptkondensatoren mit einem einzigen Entmineralisierungssystem. Nach dieser Darstellung sind Hauptkondensatoren 100 und 101 mit einer zugehörigen Kondensatpumpe 102 bzw. 103 verbunden in einem Kreislauf ähnlich demjenigen nach Fig. 1. Meistens gelangen drei Hauptkondensatoren in einem solchen System zur Verwendung, obwohl das gleiche Prinzip auch für jede gewünschte Anzahl von Hauptkondensatoren anwendbar ist. Die jedem

Hauptkondensator zugeordnete Kondensatpumpe, wie etwa die Pumpe 102, fördert normalerweise in (nicht gezeigte) Niederdruckspeisewassererwärmer hinein, und der Ausfluss aus allen diesen Erwärmern wird zusammengefasst zum Abfluss durch den übrigen Teil des Kreislaufes, wie er in Fig. 1 gezeigt ist. Hinsichtlich der Reinigung des Kondensates aus den Hautkondensatoren ist eine Reihe von Entmineralisierern 104 vorgesehen. Der Kondensator 100 ist an diese Entmineralisierer 104 angeschlossen über eine Pumpe 105. Der Kondensator 101 ist in ähnlicher Weise durch eine Pumpe 106 an diese Entmineralisierer 104 angeschlossen. Wenn eine Situation mit übermässigem Lecken auftritt, wie schon oben beschrieben, so werden Ventile wie z. B. das Ventil 107 geschlossen für alle zufriedenstellend arbeitenden Hauptkondensatoren. Wenn z. B. eine Verunreinigung im Kondensator 100 auftritt, so wird das Ventil 108 geöffnet, damit das Kondensat aus ihm durch die Reihe von Entmineralisierern 104 hindurch geführt wird; das gereinigte Kondensat wird dann umgewälzt, bis der Verunreinigungspegel auf das zulässige Niveau abgesunken ist, durch Schliessen der Ventile 109 bis 109e und Öffnen der Ventile 110 bis 110e. Umgekehrt kann das Kondensat zum Hauptkondensator 100 übergeführt werden, wenn das Umwälzen beendet werden soll oder wenn nur ein einziger Durchlauf durch die Reihe von Entmineralisierern 104 gewünscht wird.

Eine besondere Eigenschaft liegt noch darin, dass eine Verunreinigung in einem frühen Stadium wahrgenommen wird, bevor sie sich stromabwärts auswirkt. Die Verunreinigung kann nämlich schon wahrgenommen werden, währenddem sich das Kondensat in der Menge 23, also stromaufwärts der Schikane 18 befindet. Sobald dort eine solche Verunreinigung wahrgenommen wird, kann das Kondensat durch die Leitung 26, die Entmineralisierer 25 und die Leitungen 28, 29 umgewälzt werden, bis die Verunreinigung auf das zulässige Mass vermindert ist. Es ist noch darauf hinzuweisen, dass zu keinem Zeitpunkt die in den oder die Entmineralisierer fördernde Pumpe 27 in Serieschaltung mit der Hauptkondensatpumpe 10 arbeitet. Somit kann die Pumpe 27 ausgelegt werden für einen Betriebsdruck von 7 Bar oder weniger.

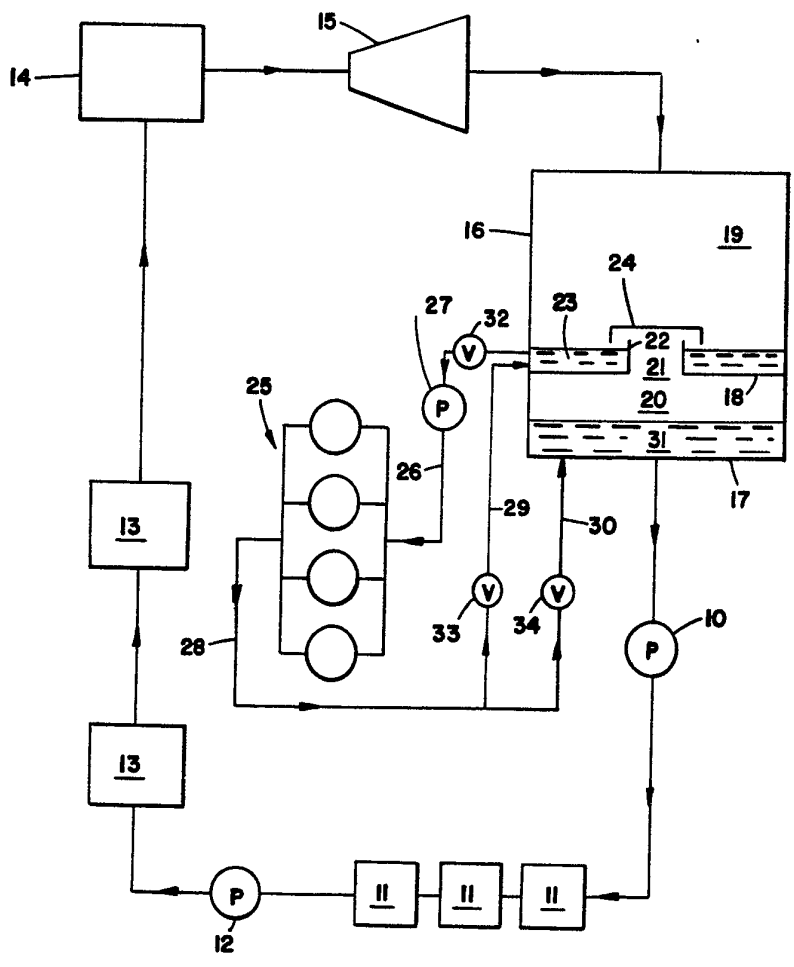


FIG. 1.

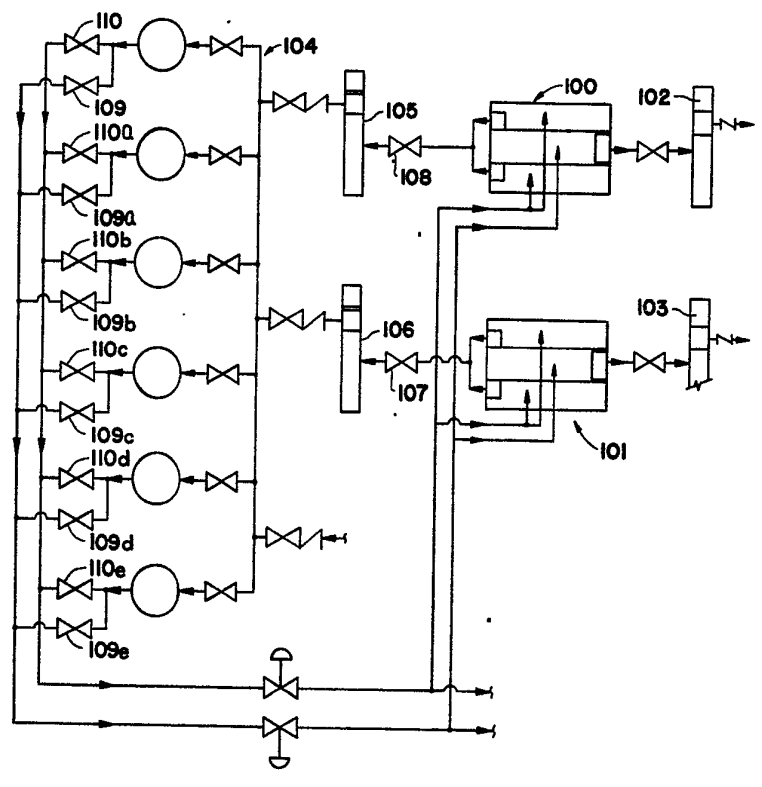


FIG. 2.