

(19)



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: F 22 B
F 22 D

35/06
5/26

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



(11)

(12) PATENTSCHRIFT A5

635 184

(21) Gesuchsnummer: 13096/78

(73) Inhaber:
Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur

(22) Anmeldungsdatum: 22.12.1978

(24) Patent erteilt: 15.03.1983

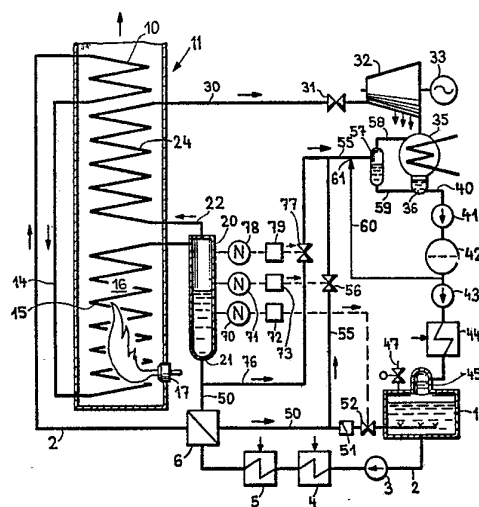
(45) Patentschrift
veröffentlicht: 15.03.1983

(72) Erfinder:
Dr. Heinz Juzi, Andelfingen

(54) Dampferzeugeranlage.

(57) An einem dem Verdampfer (15) nachgeschalteten Abscheider (20) ist eine Wasseraustrittsleitung (50) angeschlossen, die zum Speisewassergefäß (1) führt. In der Wasseraustrittsleitung ist ein Wärmeübertrager (6) und ein erstes Regelventil (52) angeordnet, das vom Niveau im Abscheider (20) beeinflusst ist. Im Wärmeübertrager (6) wird Wärme vom aus dem Abscheider abströmenden Wasser an das zum Dampferzeuger strömende Speisewasser übertragen. Zwischen dem Wärmeübertrager (6) und dem ersten Regelventil (52) zweigt von der Wasseraustrittsleitung (50) eine Nebenleitung (55) mit einem zweiten Regelventil (56) ab, das ebenfalls vom Niveau im Abscheider (20) beeinflusst ist. Die Nebenleitung (55) mündet in einen Kondensator (35).

Durch das Abzweigen der Nebenleitung (55) stromoberhalb des ersten Regelventils (52) wird beim Anfahren ein grosser Teil des den Abscheider (20) verlassenden Wassers über die Nebenleitung (55) zum Kondensator (35) abgeführt. Dadurch lassen sich der Strömungsquerschnitt des ersten Regelventils (52) und der Querschnitt der auf dem Speisewassergefäß vorzusehenden Sicherheitsabblaseeinrichtung beträchtlich verkleinern.



PATENTANSPRÜCHE

1. Dampferzeugeranlage mit einem Verdampfer und einem dem Verdampfer nachgeschaltetem Wasserabscheider, dessen Wasseraustrittsleitung über einen sekundärseitig vom Speisewasser durchflossenen Wärmeübertrager und über ein vom Wasserinhalt des Abscheiders beeinflusstes erstes Regelventil zu einem Speisewassergefäß zurückführt, wobei von der Wasseraustrittsleitung eine Nebenleitung mit einem zweiten Ventil abzweigt, dadurch gekennzeichnet, dass das in der Wasseraustrittsleitung angeordnete erste Regelventil stromunterhalb der Abzweigung der Nebenleitung angeordnet ist und dass auch das zweite Ventil als vom Wasserinhalt im Abscheider gesteuertes Regelventil ausgebildet ist.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenleitung zu einem Kondensator führt.

3. Anlage nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum Beeinflussen der beiden Regelventile derart konzipiert ist, dass bei steigendem Niveau im Abscheider zuerst das erste und dann das zweite Regelventil öffnet, und dass umgekehrt, bei fallendem Niveau, zuerst das zweite und dann das erste Regelventil schliesst.

4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Regelventil so klein bemessen ist, dass es bei Mindestlast und voll geöffnetem Zustand höchstens 125% des dann im Wasserabscheider anfallenden Wassers durchlassen kann, nicht aber die volle, beim Anfahren anfallende Wassermenge.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass vom Wasserabscheider aus unter Umgehung des Wärmeübertragers eine zusätzliche Wasserabfuhrleitung über ein drittes Regelventil zum Kondensator führt und dass dieses dritte Regelventil von einer Stelleinrichtung so betätigt wird, dass es abhängig vom Wasserinhalt des Abscheiders erst öffnet, wenn die beiden anderen Ventile offen stehen, und schliesst, bevor die beiden anderen Ventile geschlossen sind.

6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenleitung und ggfs. die Wasserabfuhrleitung über einen Dampf/Wasser-Trenner in den Kondensator münden.

7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass am Abscheider ein Niveaugeber angeordnet ist, dessen Ausgang über zwei, gegebenenfalls drei, unterschiedlich eingestellte Proportionalglieder mit dem ersten und zweiten bzw. dem dritten Regelventil verbunden ist.

8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Speisewassergefäß mit einer Sicherheitsabblaseeinrichtung versehen ist, die so bemessen ist, dass die bei Vollastbetrieb im Falle eines fehlerhaften Öffnens des ersten Regelventils im Speisewassergefäß entstehende Niederdruck-Sattdampfmenge ohne unzulässige Druckerhöhung abgelassen wird.

9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Regelventil zusätzlich von einem den Aggregatzustand vor diesem Ventil bestimmenden Geber so beeinflusst ist, dass es nur Wasser, aber keinen Dampf durchlässt, und dass das Speisewassergefäß mit einer Sicherheitsabblaseeinrichtung versehen ist, über die die im Speisewassergefäß aus der rückgeführten Wassermenge beim Entspannen sich entwickelnde Dampfmenge ohne unzulässige Druckerhöhung abgelassen wird.

10. Anlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der den Aggregatzustand bestimmende Geber aus einem dem Regelventil vorgeschalteten Kondensatabscheider besteht.

Die Erfindung betrifft eine Dampferzeugeranlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Aus der Deutschen Patentschrift

802 458 ist eine solche Anlage bekannt, bei der aus dem Abscheider alles Wasser durch ein einziges, erstes Regelventil abgeleitet wird, das dazu dient, das Niveau im Abscheider auf konstanter Höhe zu halten. An der Wasseraustrittsleitung des Abscheiders ist sodann stromunterhalb dieses ersten Regelventils eine Nebenleitung mit Ventil angeschlossen, über welche, bei Bedarf, Wasser aus dem Abscheider abgeschlämmt werden kann.

Diese bekannte Anlage hat die Nachteile, dass der Gesamtquerschnitt der Ventile sehr gross ausgelegt werden muss und dass wegen der im ersten Regelventil auftretenden Druckabsenkung am Eingang des in der Nebenleitung angeordneten Ventils bereits etwas Dampf vorhanden ist, was in diesem zu Kavitationserosion führt.

Es ist Aufgabe des Vorschlages diese Nachteile zu vermeiden. Diese Aufgabe wird nach dem Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei ergibt sich der zusätzliche Vorteil, dass wegen der Verkleinerung des in der Zuleitung zum Speisewasserbehälter sitzenden ersten Regelventils auch der Gesamtquerschnitt der aus Sicherheitsgründen auf dem Speisewasserbehälter anzuordnenden Abblaseeinrichtungen erheblich verkleinert werden kann. Ein weiterer Gewinn resultiert aus der Verkleinerung der von den Abblaseeinrichtungen ins Freie führenden Abblaseleitungen. Die erfindungsgemässe Schaltung führt dazu, dass beim Anfahren der Anlage jeweils ein grosser Teil des im Abscheider anfallenden Wassers über die Nebenleitung abgeführt werden muss. Da beim Anfahren das Abscheiderwasser im allgemeinen Verunreinigungen enthält, ist dies als Vorteil zu werten, wird doch dadurch das Aufkonzentrieren von Verunreinigungen im Wasserteil der Dampferzeugeranlage vermieden.

Das Schaltungsmerkmal nach Anspruch 2 bringt den Vorteil, dass das Wasser, das durch die Nebenleitung abgelassen wird, jedoch bereits entsalzt ist, nicht verloren geht. Die oben erwähnten Verunreinigungen werden durch die zwischen Kondensator und Speisewasserbehälter angeordnete Kondensatreinigungsanlage zurückgehalten.

Durch die Massnahme nach Anspruch 3 wird bei einmal gewählter Grösse des ersten Regelventils ein grösstmöglicher Teil der aus dem Wärmeübertrager mit dem rückgeführten Wasser abgeführten Wärmeenergie zurückgewonnen.

Die Bemessungsvorschrift nach Anspruch 4 umreissst ein Feld, in dem die Vorteile der Erfindung am besten zur Wirkung kommen.

Durch die Massnahme nach Anspruch 5 lassen sich weitere Einsparungen erzielen, indem dadurch die Grösse des Wärmeübertragers bezüglich der Gesamtkosten sich optimieren lässt.

Durch das Einschalten eines Dampf/Wasser-Trenners gemäss Anspruch 6 wird der Kondensator geschont. Der Trenner wird, wie an sich bekannt, vorzugsweise mit Einspritzkühler versehen.

Die Anordnung nach Anspruch 7 erlaubt mit einem einzigen Niveaugeber am Wasserabscheider auszukommen.

Die Bemessungsregel nach Anspruch 8 erlaubt, die Erfindung in Anlagen anzuwenden, bei denen im Normalbetrieb der Abscheider trocken gefahren wird.

Die Schaltung nach Anspruch 9 bringt erhebliche Einsparungen an Sicherheitsabblasemitteln für den Fall des bei Vollast trocken gefahrenen Abscheiders.

Kondensatabscheider nach Anspruch 10, auch Kondensstöpfe genannt, sind bekannte Abscheideorgane, die wohl Wasser, nicht aber Dampf austreten lassen. Sie haben sich in der Praxis weitgehend bewährt und sind zuverlässige und kostengünstige redundante Mittel zur Verhinderung des Eintritts von Dampf in den Speisewasserbehälter.

Die Erfindung wird nun an einem dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Schema einer Schaltung nach der Erfindung,

Fig. 2 eine alternative Regelschaltung zum Betätigen der Regelventile.

In Fig. 1 führt von einem Speisewasserbehälter 1 eine Speiseleitung 2 mit Speisepumpe 3 und zwei Hochdruckvorwärmern 4 und 5 zur Sekundärseite eines Wärmeübertragers 6 und von dort zu einem Economiser 10 eines Dampferzeugers 11. Der Austritt des Economisers 10 ist über eine Leitung 14 mit dem Eingang eines Verdampfers 15 verbunden, der die Wandbohrung einer Brennkammer 16 bildet. In diese Brennkammer 16 mündet eine Feuerung 17. Vom Ende des Verdampfers 15 führt eine Leitung zu einem Wasserabscheider 20, der unten einen Austritt 21 für abgeschiedenes Wasser aufweist und oben mit einer Dampfableitung 22 versehen ist, die zu einem Überhitzer 24 führt, der im Dampferzeuger 11 im Raume oberhalb der Brennkammer 16 angeordnet ist. Eine Frischdampfleitung 30 führt vom Ende des Überhitzers 24 über eine Frischdampfleitung 31 zu einer Turbine 32, die mit einem Generator 33 auf derselben Welle sitzt. Am Niederdruckende der Turbine 32 ist ein Kondensator 35 mit Hotwell 36 angeschlossen. Aus diesem Hotwell 36 führt eine Kondensatleitung 40 über eine erste Kondensatpumpe 41, eine Kondensatreinigungsanlage 42, eine zweite Kondensatpumpe 43 und einen Niederdruckvorwärmer 44 zu einem auf dem Speisewasserbehälter 1 sitzenden Entgaserturm 45. Neben diesem Entgaserturm sitzt auf dem Speisewasserbehälter 1 eine Sicherheitsabblaseeinrichtung 47, die durch ein Sicherheitsventil dargestellt ist. Es kann überdies auf dem Speisewasserbehälter ein nicht gezeichneter Druckgeber vorhanden sein, der auf in den Anzapfdampfleitungen der Hochdruckvorwärmer 4 und 5 sitzende Ventile einwirkt, in dem Sinne, dass durch Beeinflussen der Temperatur des Speisewassers am Eintritt des Wärmeübertragers 6 der Dampfdruck im Speisewasserbehälter geregelt wird.

Vom Austritt 21 des Abscheiders 20 führt eine Wasseraustrittsleitung 50 über die Primärseite des Wärmeübertragers 6, über ein Rückschlagventil 51 und ein erstes Regelventil 52 zum Speisewasserbehälter 1 zurück. An dieser Wasseraustrittsleitung 50 ist zwischen dem Wärmeübertrager 6 und dem ersten Regelventil 52, im vorliegenden Ausführungsbeispiel noch stromoberhalb des Rückschlagventils 51, eine Nebenleitung 55 angeschlossen, die über ein zweites Regelventil 56 zu einem Wasser-Dampftrenner 57 führt, dessen Dampfaustritt 58 mit dem Dampfraum des Kondensators 35 und dessen Wasseraustritt 59 mit dem Hotwell 36 verbunden ist. Von der Kondensatleitung 40 zweigt zwischen der Kondensatreinigungsanlage 42 und der Kondensatpumpe 43 eine Einspritzwasserleitung 60 ab, die an einer dem Wasser-Dampftrenner 57 direkt vorgelagerten Einspritzstelle 61 in die Nebenleitung 55 mündet.

Im Abscheider 20 sind ein erster und darüber ein zweiter Niveaugeber 70 bzw. 71 angeordnet, deren Ausgänge mit je einem Regler 72 bzw. 73 verbunden sind. Der Ausgang des Reglers 72 beeinflusst das erste Regelventil 52, während der Ausgang des zweiten Reglers 73 auf das Ventil 56 einwirkt. Die Regler sind dabei so konzipiert, dass beim Ansteigen des Wasserniveaus zuerst das Ventil 52 und hernach das Ventil 56 öffnet, während beim Absinken des Wasserniveaus zuerst das Ventil 56 und dann das Ventil 52 schliesst. Die Öffnungs- und Schliessbewegungen der beiden Ventile können aneinander grenzen oder sich überlappen, es kann aber auch ein Spielraum zwischen den beiden Hüben vorgesehen sein.

Im weiteren ist in Fig. 1 als weiter entwickelte Form der Erfindung an der Wasseraustrittsleitung 50 zwischen dem Austritt 21 und dem Wärmeübertrager 6 eine Wasserabfuhrleitung 76 angeschlossen, die über ein drittes Regelventil 77 zwischen dem zweiten Regelventil und der Einspritzstelle 61 in die Nebenleitung 55 oder direkt in den Trenner 57 einmündet. Dieses dritte Regelventil 77 wird von einem Niveaugeber 78 über einen Regler 79 betätigt. Die Regeleinrichtung 78, 79 zum Ventil 77 ist analog zu den besprochenen Regeleinrichtungen zu den Re-

gelventilen 52 und 56 ausgebildet und so eingestellt, dass das dritte Regelventil bei steigendem Niveau an dritter Stelle öffnet und bei fallendem Niveau an erster Stelle schliesst.

Bei der nun folgenden Funktionsbeschreibung der Einrichtung wird zunächst vorausgesetzt, die Wasserabfuhrleitung 76 mit Ventil 77, der Niveaugeber 78 und der Regler 79 seien nicht vorhanden. Das Kaltanfahren wickelt sich dann wie folgt ab:

Zunächst wird mittels der Speisepumpe 3 Wasser aus dem Speisewasserbehälter 1 durch die Leitung 2, den Economiser 10, die Leitung 14 und den Verdampfer 15 in den Abscheider 20 eingespeist. Mit im Abscheider steigendem Niveau öffnen die Regelventile 52 und 56. Damit strömt entsprechend der Druckdifferenz am ersten Regelventil ein Teil des Wassers über das erste Regelventil 52 in den Speisewasserbehälter 1 zurück, während der Rest über das zweite Regelventil 56 in den Kondensator 35 gelangt. Nun wird das Feuer gezündet. Damit entsteht im Verdampfer 15 Dampf, was zu einem starken Wasserausstoß in den Abscheider 20 führt. Das Ventil 56 wird dabei voll geöffnet und zudem wird die Speicherkapazität des Abscheiders 20 beansprucht. Im weiteren Verlauf des Anfahrvorganges steigt der Druck im Kessel, sodass die Durchströmgeschwindigkeit in den Regelventilen 52 und 56 zunimmt. Bei gleichbleibender Fördermenge der Speisepumpe 3 beginnt wegen des sinkenden Niveaus im Abscheider das Regelventil 56 zuzufahren. Durch die steigende Enthalpie des über die Austrittsleitung 50 rückgeführten Wassers wird das Speisewasser im Wärmeübertrager 6 zunehmend aufgewärmt. Es wird somit ein zunehmender Teil der im rückgeführten Wasser enthaltenen Wärme im Wärmeübertrager rekuperiert und ein weiterer, erheblicher Teil dem Speisewasserbehälter 1 zugeführt, während ein mit steigender Last, d.h. steigendem Kesseldruck abnehmender Teil der Wärme in den Kondensator 35 abgeführt wird.

Hat der Kessel seine Mindestlast, z.B. 15% und den zugehörigen Kesseldruck erreicht, so vermag das Regelventil 52 die gesamte im Abscheider abgeschiedene Wassermenge abzuführen. Das Niveau im Abscheider senkt sich soweit, dass das Ventil 56 schliesst. Damit wird die gesamte im rückgeführten Wasser enthaltene Wärme rekuperiert. Bei weiterem Ansteigen der Kesselleistung sinkt der Wassergehalt am Verdampferaustritt. Das Niveau im Abscheider sinkt weiter und dabei wird auch das Regelventil 52 sukzessive zugefahren. Schliesslich tritt leicht überhitzter Dampf in den Abscheider, der das dort noch verbleibende Wasser verdampft.

Wie aus dieser Beschreibung hervorgeht, gestattet die beschriebene Einrichtung den Verdampfer von Null bis zu einer Grenzlast, z.B. 30%, mit etwa konstanter Speisewassermenge zu beschicken, wobei das überschüssige Wasser aus dem Abscheider zurückgeführt wird, und oberhalb dieser Last mit trockenem Abscheider zu fahren. Selbstverständlich eignet sich die Schaltung auch für das bekannte Konzept, bei welchem der Verdampfer oberhalb der erwähnten Grenzlast von z.B. 30% mit geringer Feuchtigkeit gefahren wird.

Sind die Wasserabfuhrleitung 76 mit Ventil 77, der Niveaugeber 78 und der Regler 79 vorhanden, so funktioniert die Einrichtung wie beschrieben, jedoch mit dem Unterschied, dass jeweils bei hohem Wasserstand im Wasserabscheider 20 ein Teil des Wassers über die Abfuhrleitung 76 am Wärmeübertrager 6 vorbei direkt zum Kondensator 35 strömt. Dies hat den Vorteil, dass der Wärmeübertrager 6 kleiner gebaut werden kann; als Nachteil ist aber zu berücksichtigen, dass während eines bestimmten kurzen Abschnittes der Anfahrzeit mehr Wärme im Kondensator verloren geht. Es ist eine Frage der Betriebsführung der Anlage, ob es wirtschaftlich ist, die Abfuhrleitung 76 mit Ventil 77 vorzusehen.

Bei längerem Betrieb mit Mindestlast kann es vorkommen, dass die über das erste Regelventil 52 in den Speisewasserbehälter 1 zurückgeführte Wärme zu einem Ansteigen des Druckes im Speisewasserbehälter führt, so dass der Abblasedruck der

Sicherheitsabblaseeinrichtung 47 erreicht wird und diese Einrichtung öffnet. Um solches Abblasen zu vermeiden, kann der erwähnte, auf Ventile in den Anzapfleitungen zu den Hochdruckvorwärmern 4, 5 wirkende Druckgeber vorgesehen sein, durch den nun das eine, das andere oder beide dieser Ventile in Drossel- oder Schliessstellung gefahren werden. Dadurch sinkt die Temperatur des Speisewassers am Eintritt des Wärmeübertragers 6, so dass das in das Speisewassergefäss 1 über das erste Regelventil 52 zurückgeführte Wasser auf einen Wert zurückgekühlt wird, der das Ansprechen der Abblasevorrichtung 47 ausschliesst.

In Fig. 2 sind wiederum der Wasserabscheider 20 und die Regelventile 52, 56 und 77 dargestellt. Am Abscheider 20 ist anstelle der Niveaugeber 70, 71 und 78 jedoch nur ein einziger Niveaugeber 80 angeordnet, dessen Ausgang auf drei parallelgeschaltete Proportionalglieder 81, 82 und 83 wirkt, deren Ausgang zu den Regelventilen 52, 56 bzw. 77 führt. Die Proportionalglieder 81 bis 83 wandeln das Eingangssignal x nach dem jeweils auf ihnen dargestellten Diagramm in ein Ausgangssignal y um. Es ist leicht zu erkennen, dass beim Ansteigen des Wertes x von 0 an zunächst das Ventil 52 etwa linear öffnet und schliesslich in einen asymptotisch verlaufenden Bereich gelangt. Zu Beginn dieses Bereiches beginnt dann das Regelventil 56 etwa linear zu öffnen. Sobald dieses Ventil in seinen asymptotisch verlaufenden Bereich gelangt, beginnt das Ventil 77 zu öffnen.

Neben diesen beiden, in Fig. 1 und in Fig. 2 dargestellten Möglichkeiten der Beeinflussung der Regelventile 52, 56, 77 sind noch verschiedene andere Möglichkeiten denkbar. Insbesondere ist es auch möglich, in der Schaltung nach Fig. 2 zwischen dem Niveaugeber 80 und dem Verzweigungspunkt der das Niveau-Signal x führenden Leitung einen PI-Regler mit

schwachem I-Anteil einzuschalten, der den Schwankungsbereich des Niveaus im Abscheider verkleinert. Dabei werden zweckmässige Mittel vorgesehen, welche verhindern, dass das Ausgangssignal dieses PI-Glied bei trocken gefahrenem Abscheider wegläuft.

Anstatt die Regelventile 52, 56 und 77 parallel zu steuern, könnten sie auch in Kaskade gesteuert werden, indem die Stellung des Ventils 52 als Regelgrösse auf die Stellung des Ventils 56 einwirkt, während dessen Stellung das Ventil 77 beeinflusst.

10 Durch das Bestreben die Sicherheitsabblaseeinrichtung 47 auf dem Speisewasserbehälter 1 zu verkleinern, wird das Risiko geschaffen, dass bei störungsbedingtem Öffnen des ersten Regelventils 52 bei Vollast und trockenem Abscheider 20 der Druck im Speisewasserbehälter 1 rasch ansteigt und der Speisewasserbehälter explodieren könnte. Um dieses Risiko angemessen zu verringern, kann das erste Regelventil 52 – oder ein dazu in Serie angeordnetes Absperrventil – durch einen Aggregatzustandsgeber beeinflusst sein, der in der Leitung 50 angeordnet ist und das erste Regelventil oder ggfs. das Absperrventil schliesst, 15 wenn darin Dampf auftritt. Es kann auch, in Serie zum ersten Regelventil 52, ein statisch oder dynamisch wirkender Kondensstopf angeordnet sein, der nur Wasser, nicht aber Dampf durchströmen lässt. Schliesslich lässt sich auch, in Serie zum ersten Regelventil 52, ein sogenanntes negatives Sicherheitsventil anbringen, das vom Druck im Speisewasserbehälter 1 zu- 20 gesteuert wird, sobald dieser einen bestimmten Grenzwert übersteigt. Eine zweckmässige Lösung kann schliesslich auch darin gesehen werden, ausser der gemäss Anspruch 9 dimensionierten Sicherheitsabblaseeinrichtung eine Reissmembran anzuordnen, 25 deren Querschnitt zusammen mit demjenigen der Abblaseeinrichtung für den im genannten Störfall im Speisewasserbehälter entstehenden vollen Dampfstrom ausgelegt ist. 30

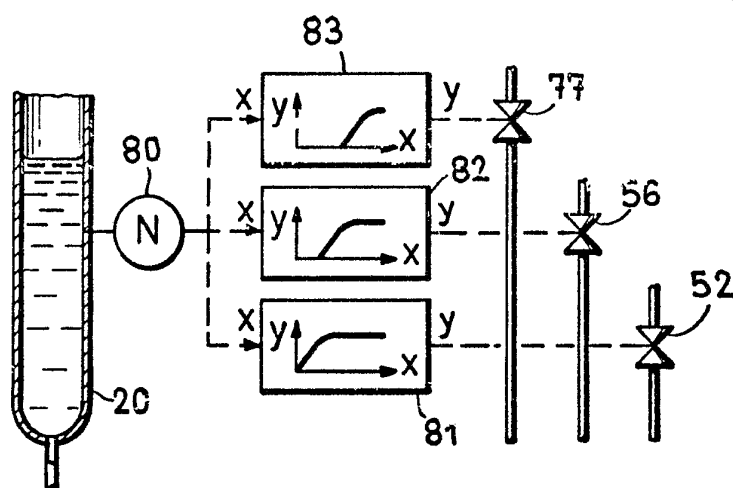
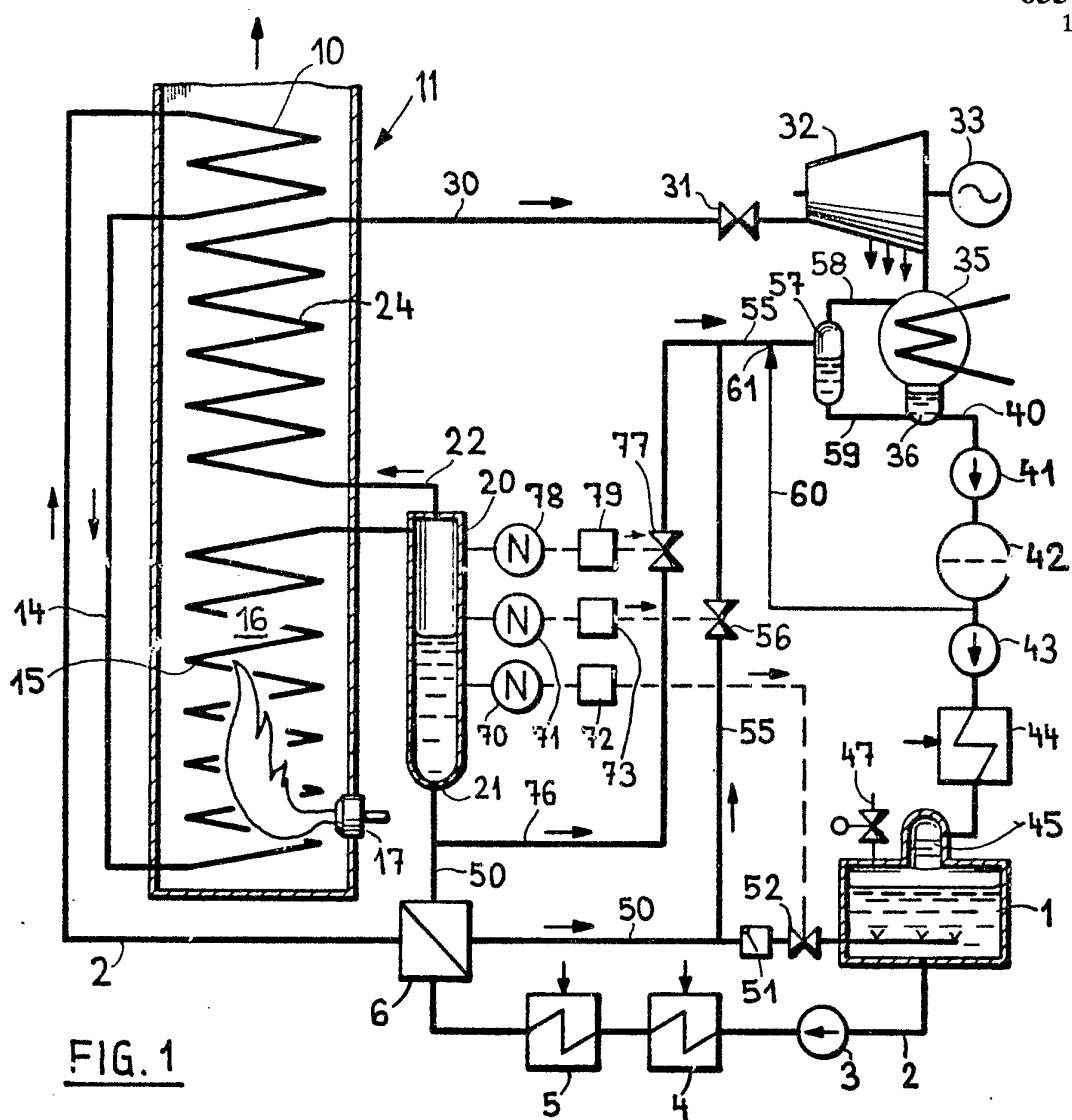


FIG. 2