



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.03.2001 Patentblatt 2001/10

(51) Int. Cl.⁷: **F22B 37/42**

(21) Anmeldenummer: **00115606.6**

(22) Anmeldetag: **20.07.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **KLattenhoff, Jürgen**
27749 Delmenhorst (DE)
• **Schmitz, Günter**
26121 Oldenburg (DE)
• **Politt, Joachim-Christian**
28215 Bremen (DE)

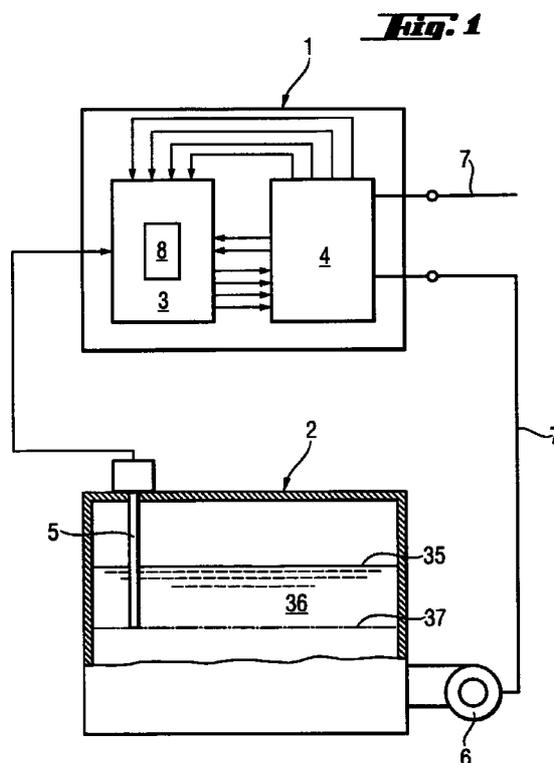
(30) Priorität: **28.08.1999 DE 19941022**

(71) Anmelder: **GESTRA GmbH**
28215 Bremen (DE)

(74) Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner
Martinistrasse 24
28195 Bremen (DE)

(54) **Steuergerät für wärmetechnische Anlagen**

(57) Für den automatisierten Betrieb von Dampfkesseln und ähnlichen wärmetechnischen Anlagen sind Steuergeräte (1) mit zwei Sicherheitsrelais (9, 10) für die Sicherheitsstromleitung (7) einzusetzen. Das erfindungsgemäße Steuergerät (1) weist zwei zu den Sicherheitsrelais (9, 10) parallele Nebenschlussleitungen (11, 13, 14; 12, 13, 14) auf. Die Sicherheitsrelais (9, 10) weisen Ruhekontakte (17) auf. Zur Prüfung der Schaltfähigkeit werden die Sicherheitsrelais (9, 10) in ihre Ruhestellung umgeschaltet und die Spannungsänderung an ihren Ruhekontakten (17) überwacht. Bei fehlender Spannung ergeht ein Fehlersignal. Während der Prüfung wird die parallele Nebenschlussleitung (11, 13, 14; 12, 13, 14) geschlossen. Die Sicherheitsstromleitung (7) ist daher während der Prüfung nicht unterbrochen. Zur Steuerung der Sicherheitsrelais (9, 10) sind Schaltverstärker (27, 28) mit einer Ansprech- und Aktionszeit vorgesehen, die einen Bruchteil der vorgegebenen Ansprechzeit der Sicherheitsrelais (9, 10) beträgt. Zur Prüfung der elektrischen Ansteuerung werden die Antriebe (21) der Sicherheitsrelais (9, 10) stromlos geschaltet und die Spannungsänderung an den Antrieben (21) überwacht. Bei unzureichender Spannungsänderung ergeht ein Fehlersignal. Die Sicherheitsrelais (9, 10) verharren während dieser Prüfung in ihrer Arbeitsstellung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Steuergerät der im Oberbegriff des Hauptanspruches spezifizierten Art.

[0002] Für wärmetechnische Anlagen, insbesondere Anlagen zur Erzeugung von Dampf oder Heißwasser, besteht der Wunsch nach automatisiertem Betrieb, also nach einem Betrieb ohne die ständige Anwesenheit von Bedienungs- und Aufsichtspersonal. Nach den geltenden Regeln, z. B. „Technische Regel für Dampfkessel“ (TRD 604), erfordert ein „Betrieb ohne ständige Beaufsichtigung“ spezielle Einrichtungen, die das Entstehen gefährlicher Betriebszustände zuverlässig unterbinden.

[0003] Beispielsweise sind Füllstandbegrenzer vorzusehen, die bei Unterschreiten eines unteren Grenzwertes des Füllstandes die Beheizung des Kessels abschalten, um eine die Sicherheit gefährdende Überhitzung des Dampfkessels zu unterbinden. Hierzu überwachen Füllstandsensoren den Füllstand des Dampfkessels auf Grenzwertunterschreitung. Mit den Füllstandsensoren sind Steuergeräte verbunden, die ausgangsseitig zwei in Reihe geschaltete Sicherheitsrelais aufweisen. Diese Sicherheitsrelais sind in die Sicherheitsstromleitung der Beheizung des Dampfkessels eingebunden. Solange der untere Grenzwert überschritten ist, schaltet das Steuergerät die beiden Sicherheitsrelais auf Durchgang. Die Sicherheitsstromleitung ist somit geschlossen und die Beheizung des Dampfkessels freigegeben. Wird der untere Grenzwert des Füllstandes allerdings unterschritten, gibt der Füllstandsensoren ein entsprechend anderes Signal an das Steuergerät. Dieses schaltet daraufhin die Sicherheitsrelais um und unterbricht so die Sicherheitsstromleitung. Die Beheizung des Dampfkessels ist dann unterbrochen.

[0004] Gleichartige Sicherheitsanforderungen, nämlich bei Erreichen eines vorgegebenen Grenzwertes die Sicherheitsstromleitung zu unterbrechen, können auch für andere Betriebsgrößen wärmetechnischer Anlagen bestehen, wie für den maximal zulässigen Füllstand, den maximal zulässigen Betriebsdruck, die maximal zulässige Betriebstemperatur oder die maximal zulässige elektrische Leitfähigkeit der Kesselflüssigkeit.

[0005] Die zur Erfüllung dieser Forderungen verwendeten Sicherheitseinrichtungen müssen fehlersicher (fail-safe) sein. Zu diesem Zweck sind Sensoren und Steuergeräte selbstüberwachend auszuführen. In vorgegebenen Zeitabständen muss selbsttätig der mechanische Teil der Sensoren sowie der elektrische Teil der Sensoren und der Schaltgeräte einer Prüfung auf Funktionstüchtigkeit unterzogen werden. Wird hierbei eine Störung festgestellt, führt dies zu einer Unterbrechung der Sicherheitsstromleitung und damit beispielsweise zur Abschaltung der Beheizung des Dampfkessels. Zur Fehlersicherheit der verwendeten Sicherheitsrelais, werden an deren mechanische Lebensdauer sehr hohe Anforderungen gestellt, bei-

spielsweise 300.000 Schaltspiele.

[0006] Im normalen Betrieb, ohne Störungen, verharren die Sicherheitsrelais sehr lange Zeit in ein und derselben Stellung. Dies kann unter Umständen dazu führen, dass die Kontakte der Sicherheitsrelais in dieser Stellung miteinander verschweißen. Bei Auftreten einer Störung würde das betroffene Sicherheitsrelais trotz des entsprechenden Stellsignals des Steuergerätes die Sicherheitsstromleitung nicht unterbrechen. Da zwei Sicherheitsrelais in Reihe geschaltet sind, würde ein solcher Fehler an einem von ihnen kein Sicherheitsrisiko bedeuten. Der Fehler bliebe aber unerkannt. Der gleiche Fehler auch am zweiten Sicherheitsrelais würde dann zu einer kritischen Betriebsituation führen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuergerät der eingangs genannte Art zu schaffen, dessen Sicherheitsrelais auf sicherheitsrelevante Funktionsfehler überwacht werden.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0009] Das Steuergerät nimmt zu vorgegebenen Zeitpunkten eine Überprüfung der Schaltfähigkeit der Sicherheitsrelais vor. Geprüft wird, ob die Sicherheitsrelais bei entsprechenden Stellsignalen aus ihrer die Sicherheitsstromleitung schließenden Arbeitsstellung in die ihn unterbrechende Ruhestellung umschalten. - Nur wenn dies sichergestellt ist, wird die Sicherheitsstromleitung im Bedarfsfall tatsächlich unterbrochen. - Die elektrische Spannung am Ruhekontakt des zu prüfenden Sicherheitsrelais gibt Auskunft darüber, ob das Sicherheitsrelais die Ruhestellung eingenommen hat. Ein Nicht-Umschalten, also ein Funktionsfehler, wird erkannt und kann behoben werden. Da die Nebenschlussleitung des zu überprüfenden Sicherheitsrelais während der Prüfung geschlossen ist, bleibt die Sicherheitsstromleitung während dieser Zeit geschlossen. Der Betrieb der Anlage wird also durch die Prüfung nicht unterbrochen.

[0010] Die Unteransprüche haben Weiterbildungen der Erfindung zum Gegenstand.

[0011] Erreicht die zu überwachende Betriebsgröße ihren vorgegebenen Grenzwert, werden die Sicherheitsrelais umgeschaltet und nehmen dadurch ihre Ruhestellung ein. Aufgrund der Merkmale des Anspruches 2 besteht dann zwischen ihren Ruhekontakten und der Sicherheitsstromleitung keine elektrisch leitende Verbindung. Eine zuverlässige Unterbrechung der Sicherheitsstromleitung ist gewährleistet, ohne dass spezielle Anforderungen an die Mittel zu stellen sind, mit denen die Spannungen an den Ruhekontakten der Sicherheitsrelais bei der Überprüfung überwacht werden.

[0012] Die Gestaltung der Nebenschlussleitungen gemäß Anspruch 3 stellt sicher, dass nur eine der beiden Nebenschlussleitungen geschlossen sein kann. Die jeweils andere ist unterbrochen. Nur zusammen mit einem geschlossenen Sicherheitsrelais können die Nebenschlussleitungen die Sicherheitsstromleitung

schließen. Sind beide Sicherheitsrelais in Ruhestellung, dann ist die Sicherheitsstromleitung zuverlässig unterbrochen. Die Stellung der Prüfschaltglieder ist dabei unerheblich. Fehler in der Ansteuerung der Prüfschaltglieder, z. B. aufgrund eines Defektes im Steuergerät können die Unterbrechung nicht beeinträchtigen.

[0013] Der Anspruch 4 bietet den Vorteil, für die Sicherheitsrelais und die Prüfschaltglieder gleiche Bauteile verwenden und dadurch die Teilevielfalt reduzieren zu können. Es können baulich einfache, handelsübliche Relais Verwendung finden. Spezielle Relais, etwa mit zusätzlichen zwangsgeführten Sicherheitskontakten, werden nicht benötigt.

[0014] Durch die Merkmale des Anspruches 5 wird die Stellung des mit der Verbindungsleitung beider Sicherheitsrelais verbundenen Prüferlais ermittelt. Ein Fehler des Prüferlais - es unterbricht die Nebenschlussleitungen oder schaltet sie auf Durchgang - wird erkannt. Die Prüfung der Sicherheitsrelais erfolgt, wenn die zugehörige Nebenschlussleitung auf Durchgang geschaltet ist. Einer ungewollten Unterbrechung der Sicherheitsstromleitung bei der Prüfung ist damit vorgebeugt.

[0015] Der Anspruch 6 hat die Prüfung der Unterbrechung der Nebenschlussleitung nach erfolgter Prüfung der Sicherheitsrelais zum Gegenstand. Die Fehlersicherheit des Steuergerätes wird dadurch gesteigert.

[0016] Eine besonders vorteilhafte Anordnung des anderen Prüferlais, das zur Umschaltung von der einen Nebenschlussleitung auf die andere dient, gibt der Anspruch 7 an.

[0017] Für die Überwachung der Stellung der Sicherheitsrelais und des einen Prüfschaltgliedes über ihre Ruhekontakte muss die Sicherheitsstromleitung unter Spannung stehen. Mit den Merkmalen des Anspruches 8 wird falschen Stellungssignalen vorgebeugt und die Fehlersicherheit des Steuergerätes erhöht. Die Ausführung nach Anspruch 9 ist besonders vorteilhaft

[0018] Die elektrische Spannung der Sicherheitsstromleitung und die elektrische Spannung des Steuergerätes - zumindest in seinem Funktionsbereich, der die Steuerungs- und Prüfungsfunktionen durchführt - unterscheiden sich in der Regel wesentlich voneinander (Beispiel: Sicherheitsstromleitung 230 V, Steuergerät 5V). Mit den Merkmalen der Ansprüche 10 und 11 wird in einfacher Weise eine Entkoppelung, also eine sichere elektrische Trennung zwischen der Sicherheitsstromleitung und dem Steuer- und Prüfbereich des Steuergerätes erreicht.

[0019] Der Anspruch 12 hat eine Prüfung der elektrischen Ansteuerung der Sicherheitsrelais zum Gegenstand. Geprüft wird, ob die Antriebe der Sicherheitsrelais stromlos geschaltet werden können. Dies geschieht, ohne dass hierzu die Sicherheitsrelais umgeschaltet und die Sicherheitsstromleitung unterbrochen werden muss. Eine sehr kurzzeitige Prüfung, wie

sie die Ausführung nach Anspruch 13 ermöglicht, ist von großem Vorteil.

[0020] Die Steuerungs- und Prüffunktionen des Steuergerätes lassen sich besonders vorteilhaft entsprechend Anspruch 14 realisieren.

[0021] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung schematisiert dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigt

- 10 Fig. 1 das Steuergerät im Einsatz an einem Dampfkessel,
 Fig. 2 die Relaisschaltung des Steuergerätes im Normalbetrieb bei ausreichendem Füllstand im Behälter und
 15 Fig. 3 ein Sicherheitsrelais des Steuergerätes in Ruhestellung und mit seinem Schaltverstärker.

[0022] Ein elektronisches Steuergerät 1 für einen Dampfkessel 2 weist in Fig. 1 eine Steuereinrichtung 3 und eine Relaisschaltung 4 auf. Der Dampfkessel 2 ist mit einem Füllstandsensoren 5 und mit einem Brenner 6 zur Beheizung ausgerüstet. Der Brenner 6 ist an eine elektrische Sicherheitsstromleitung 7 angeschlossen, in die die Relaisschaltung 4 eingebunden ist. Der Füllstandsensoren 5 gibt sein Füllstandssignal an die Steuereinrichtung 3. Sie weist einen Mikroprozessor 8 für durchzuführende Steuer- und Prüffunktionen auf.

[0023] Die Relaisschaltung 4 weist zwei in der Sicherheitsstromleitung 7 in Reihe geschaltete Sicherheitsrelais 9, 10 auf (Fig. 2). Eine erste Nebenschlussleitung 11 ist dem einen Sicherheitsrelais 9 und eine zweite Nebenschlussleitung 12 ist dem anderen Sicherheitsrelais 10 parallelgeschaltet. Beide Nebenschlussleitungen 11, 12 haben gemeinsame Leitungsteile 13, 14, in denen zwei Prüferlais 15, 16 in Reihe geschaltet sind.

[0024] Sowohl die beiden Sicherheitsrelais 9, 10 als auch die beiden Prüferlais 15, 16 sind als sogenannte Wechsler mit zwei Schaltstellungen ausgebildet, einer Ruhestellung und einer Arbeitsstellung. Jedes Relais 9, 10, 15, 16 weist einen Ruhekontakt 17, einen Arbeitskontakt 18, einen Wurzelkontakt 19, ein Schaltglied 20 und einen elektromechanischen Antrieb 21 auf (Fig. 3).

[0025] Die Sicherheitsstromleitung 7 ist an die Arbeitskontakte 18 der beiden Sicherheitsrelais 9, 10 angeschlossen. Die Wurzelkontakte 19 beider Sicherheitsrelais 9, 10 sind über eine Verbindungsleitung 22 miteinander verbunden. An den Ruhekontakt 17 eines jeden Sicherheitsrelais 9, 10 ist ein Spannungssensoren 23, 24 angeschlossen, der die dort herrschende elektrische Spannung an die Steuereinrichtung 3 signalisiert.

[0026] Der Wurzelkontakt 19 des einen Prüferlais 15 ist über den einen Leitungsteil 13 elektrisch mit der Verbindungsleitung 22 beider Sicherheitsrelais 9, 10 verbunden. An den Ruhekontakt 17 dieses Prüferlais 15 ist ein Spannungssensoren 25 angeschlossen, der die dort herrschende elektrische Spannung an die Steuer-

einrichtung 3 signalisiert. Der Arbeitskontakt 18 dieses Prüfrelais 15 steht über den anderen Leitungsteil 14 elektrisch mit dem Wurzelkontakt 19 des anderen Prüfrelais 16 in Verbindung. An den Leitungsteil 14 ist gleichfalls ein mit der Steuereinrichtung 3 verbundener Spannungssensor 26 angeschlossen. Der Ruhekontakt 17 des anderen Prüfrelais 16 ist über die erste Nebenschlussleitung 11 mit der Sicherheitsstromleitung 7 verbunden, und zwar vor dem ersten Sicherheitsrelais 9. Der Arbeitskontakt 18 des anderen Prüfrelais 16 ist über die zweite Nebenschlussleitung 12 hinter dem zweiten Sicherheitsrelais 10 mit der Sicherheitsstromleitung 7 verbunden.

[0027] Wenn an den Ruhekontakten 17 der beiden Sicherheitsrelais 9, 10 oder des Prüfrelais 15 bzw. an dem Leitungsteil 14 eine elektrische Spannung anliegt, ist es die der Sicherheitsstromleitung 7. Hierbei handelt es sich häufig um die Betriebsspannung des allgemeinen Stromnetzes, z. B. 230 Volt. Als Spannungssensoren 23 - 26, die diese Spannung abfühlen, sind Optokoppler vorgesehen. Sie formen die anliegende Spannung zunächst in ein Lichtsignal um. Aus ihm bilden sie dann jeweils ein elektrisches Signal mit einer für die Schalteinrichtung 3 geeigneten niedrigen Spannung, z. B. 5 Volt. Auf diese Weise erfolgt eine Entkopplung, also eine komplette elektrische Trennung zwischen der höheren und der niedrigeren Spannung, was für die Funktionssicherheit vorteilhaft ist.

[0028] Die Relaischaltung 4 weist schließlich für die Antriebe 21 der Sicherheitsrelais 9, 10 und der Prüfrelais 15, 16 jeweils einen Schaltverstärker 27, 28, 29, 30 (Fig. 2) mit einem Vorwiderstand 31 und einem Transistor 32 auf (Fig. 3). An jedem Antrieb 21 liegt eine Steuerspannung, z. B. 5 Volt, aus einer geeigneten Spannungsquelle 33 an. Der Transistor 32 wird von der Steuereinrichtung 3 angesteuert. Er stellt entsprechend dem von der Steuereinrichtung 3 empfangenen Schalt-signal entweder eine elektrische Verbindung zwischen dem betroffenen Antrieb 21 und einem Grundpotential 34 her oder er unterbricht sie. Bei einer ausreichend langen Unterbrechung nimmt das Schaltglied 20 die Ruhestellung ein, in der es den Wurzelkontakt 19 und den Ruhekontakt 17 elektrisch leitend miteinander verbindet. Besteht jedoch die Verbindung zum Grundpotential 34, fließt Strom durch den Antrieb 21, und er schaltet das Schaltglied 20 in die Arbeitsstellung. Dann sind der Wurzelkontakt 19 und der Arbeitskontakt 18 elektrisch leitend miteinander verbunden.

[0029] Während des Betriebes des Dampfkessels 2 muss der Füllstand 35 der im Dampfkessel 2 befindlichen Flüssigkeit 36 darauf überwacht werden, ob er einen festgelegten unteren Grenzwert 37 unterschreitet. Befindet sich der Füllstand 35 oberhalb des Grenzwertes 37, erhält die Steuereinrichtung 3 vom Füllstandsensor 5 das Füllstandsignal „Füllstand ausreichend“. Aufgrund entsprechender Ansteuerung durch die Steuereinrichtung 3 sind beide Sicherheitsrelais 9, 10 in ihre Arbeitsstellung geschaltet. Die Sicher-

heitsstromleitung 7 ist dadurch geschlossen. Der Brenner 6 kann bei Energiebedarf den Dampfkessel 2 beheizen.

[0030] Sofern der Füllstand 35 im Dampfkessel 2 den Grenzwert 37 unterschreitet, gibt der Füllstandsensor 5 das Füllstandsignal „Flüssigkeitsmangel“ an die Steuereinrichtung 3. Sie steuert wiederum über die Schaltverstärker 27, 28 und die Antriebe 21 der Sicherheitsrelais 9, 10 so, dass sie stromlos werden. Beide Sicherheitsrelais 9, 10 nehmen daraufhin ihre Ruhestellung ein. Sie unterbrechen beide zugleich die Sicherheitstromleitung 7. Eine Beheizung des Dampfkessels 2, die bei Unterschreitung des unteren Grenzwertes 37, also bei Flüssigkeitsmangel, zu einem gefährlichen Betriebszustand führen könnte, ist dadurch zuverlässig unterbunden. Zudem kann die Steuereinrichtung 3 ein geeignetes Füllstandsignal geben.

[0031] Während der zuvor beschriebenen Füllstandsüberwachung, also der üblichen Steuerfunktionen des Steuergerätes 1 befindet sich das Prüfrelais 15 in seiner Ruhestellung. Die beiden Nebenschlussleitungen 11, 12 sind unterbrochen. Über sie kann kein Strom fließen.

[0032] Periodisch führt das Steuergerät 1 Funktionsprüfungen der Sicherheitsrelais 9, 10 durch, um zu gewährleisten, dass bei Flüssigkeitsmangel im Dampfkessel 2 die Sicherheitsstromleitung 7 wirklich unterbrochen wird. Es handelt sich um zwei unterschiedliche Prüfungen, die von dem Mikroprozessor 8 der Steuereinrichtung 3 gesteuert werden. Sie werden dann durchgeführt, wenn der Füllstand 35 oberhalb des Grenzwertes 37 liegt. Bei Unterschreitung des Grenzwertes 37 werden die Prüfungen ausgesetzt.

[0033] Die eine Prüfung betrifft die elektrische Ansteuerung der Antriebe 21 beider Sicherheitsrelais 9, 10. Ermittelt wird, ob die Antriebe 21 stromlos geschaltet werden können. Hierzu erhalten die Transistoren 32 der Schaltverstärker 27, 28 von der Steuereinrichtung 3 ein entsprechendes Steuersignal. Die Transistoren 32 unterbrechen daraufhin die elektrische Verbindung der Antriebe 21 zum Grundpotential 34 (Fig. 3). Dabei werden die auf Seiten der Schaltverstärker 27, 28 an den Antrieben 21 der Sicherheitsrelais 9, 10 herrschenden elektrischen Spannungen von der Steuereinrichtung 3 überwacht. Erfolgte die Unterbrechung zum Grundpotential 34 fehlerfrei, steigen die überwachten Spannungen auf den Wert der Spannungsquelle 33 an. Tritt hingegen in der Ansteuerung der Antriebe 21 eines oder beider Sicherheitsrelais 9, 10 ein Fehler auf und die Unterbrechung unterbleibt, liegt die jeweilige überwachte Spannung auf dem Grundpotential 34. Kommt es während der Prüfung nicht zu dem erwarteten Spannungsanstieg, gibt das Steuergerät 1 ein entsprechendes Fehlersignal.

[0034] Beide Sicherheitsrelais 9, 10 weisen eine vorgegebene Ansprechzeit auf. Entsprechend ihrer mechanischen Schaltr agheit verstreicht ein gewisser, minimaler Zeitraum nachdem der Antrieb 21 stromlos

geworden ist, bevor das betroffene Sicherheitsrelais 9, 10 in die Ruhestellung umschalten würde. Die Abläufe in der elektrischen Ansteuerung sind demgegenüber wesentlich schneller, die Ansprech- und Aktionszeit beträgt dort nur einen Bruchteil der Ansprechzeit der Sicherheitsrelais 9, 10. Die Umschaltung des Transistors 32 und der nachfolgende Spannungsanstieg am Antrieb 21 geschieht in einem Bruchteil der Ansprechzeit der Sicherheitsrelais 9, 10. Das benötigte Prüfergebnis liegt in der Steuereinrichtung 3 bereits vor, bevor das geprüfte Sicherheitsrelais 9, 10 umschaltet. Der Antrieb 21 des Sicherheitsrelais 9, 10 erhält dann umgehend von der Steuereinrichtung 3 über den Schaltverstärker 27, 28 wieder das Signal, die Arbeitsstellung einzunehmen. Die gesamte Prüfung nimmt nur einen Bruchteil der Ansprechzeit der zu prüfenden Sicherheitsrelais 9, 10 in Anspruch. Sie verharren deshalb während der Prüfung ihrer elektrischen Ansteuerung in der Arbeitsstellung. Der Sicherheitsstromkreis 7 wird also während dieser Prüfung nicht unterbrochen.

[0035] Die zweite Prüfung betrifft die mechanische Schaltfähigkeit der Sicherheitsrelais 9, 10, nämlich ob sie aus der Arbeitsstellung in die Ruhestellung umschalten können. Die Prüfung erfolgt nur, wenn an der Sicherheitsstromleitung 7 eine elektrische Spannung anliegt. Dies wird von der Steuereinrichtung 3 über den Spannungssensor 26 geprüft. Die beiden Sicherheitsrelais 9, 10 werden einzeln geprüft.

[0036] Zur Prüfung des einen Sicherheitsrelais 9 wird zunächst die zu ihm parallele Nebenschlussleitung 11, 13, 14 geschlossen. Die Prüfrelais 15, 16 werden hierzu von der Steuereinrichtung 3 über die Schaltverstärker 29, 30 so angesteuert, dass das Prüfrelais 16 die Ruhestellung einnimmt und das Prüfrelais 15 in die Arbeitsstellung umschaltet. Die Nebenschlussleitung 11, 13, 14 steht dann durchgängig unter der in der Sicherheitsstromleitung 7 herrschenden elektrischen Spannung. Der Spannungssensor 26 signalisiert der Steuereinrichtung 3 die anstehende Spannung. Nach erfolgtem Umschalten des Prüfrelais 15 steht an seinem Ruhekontakt 17 die elektrische Spannung nicht an, was von dem Spannungssensor 25 der Steuereinrichtung 3 signalisiert wird. Ist diese Bedingung vom Prüfrelais 15 erfüllt, steuert die Steuereinrichtung 3 den Schaltverstärker 28 des Sicherheitsrelais 9 so an, dass dessen Antrieb 21 stromlos wird. Das Sicherheitsrelais 9 schaltet daraufhin in seine Ruhestellung um und unterbricht dort die Sicherheitsstromleitung 7. Am Ruhekontakt des Sicherheitsrelais 9 liegt dann die Spannung der Sicherheitsstromleitung 4 an, was der Steuereinrichtung 3 über den Spannungssensor 24 signalisiert wird. Damit ist die Schaltfähigkeit des Sicherheitsrelais 9 nachgewiesen.

[0037] Im Anschluss daran schaltet die Steuereinrichtung 3 über den Schaltverstärker 28 und den Antrieb 21 das Sicherheitsrelais 9 in die Arbeitsstellung. Ist die Umschaltung erfolgt, signalisiert der Spannungssensor 24 der Steuereinrichtung 3 einen Spannungsabfall am

Ruhekontakt 17. An den Schaltverstärker 29 des Prüfrelais 15 ergeht dann das Signal zum Umschalten in die Ruhestellung. In der Ruhestellung steht über den Leitungsteil 13 am Ruhekontakt 17 des Prüfrelais 15 wieder die Spannung der Sicherheitsstromleitung 7 an. Über den Spannungssensor 25 erhält die Steuereinrichtung 3 damit das Signal, dass die Nebenschlussleitung 11, 13, 14 wieder unterbrochen ist. Die Prüfung des Sicherheitsrelais 9 ist erfolgreich beendet.

[0038] Zur Prüfung des anderen Sicherheitsrelais 10 wird die andere Nebenschlussleitung 12, 13, 14 geschlossen. Das Prüfrelais 16 wird dazu von der Steuereinrichtung 3 über den Schaltverstärker 30 und den Antrieb 21 in seine Arbeitsstellung umgeschaltet. Auch das Prüfrelais 15 wird in seine Arbeitsstellung umgeschaltet. Mit Hilfe des Spannungssensors 25 wird dies von der Steuereinrichtung 3 überwacht. Analog zur Prüfung des Sicherheitsrelais 9 erhält danach das Sicherheitsrelais 10 von der Steuereinrichtung 3 über den Schaltverstärker 27 das Signal, in die Ruhestellung umzuschalten. Nach erfolgter Umschaltung liegt am Ruhekontakt 17 des Sicherheitsrelais 10 die Spannung der Sicherheitsstromleitung 7 an. Die Steuereinrichtung 3 erhält von dem Spannungssensor 23 ein entsprechendes Signal, wodurch die Schaltfähigkeit nachgewiesen ist.

[0039] Das anschließende Umschalten des Sicherheitsrelais 10 in die Arbeitsstellung und des Prüfrelais 15 in die Ruhestellung mit der entsprechenden Stellungsüberwachung über die Spannungssensoren 23, 25 entspricht dem zum Sicherheitsrelais 9 Beschriebenen. Zusätzlich wird das Prüfrelais 16 in die Ruhestellung umgeschaltet. Damit ist dann auch die Prüfung des Sicherheitsrelais 10 beendet.

[0040] Obwohl die Sicherheitsrelais 9, 10 beim Prüfen die Sicherheitsstromleitung 7 unterbrechen, bleibt diese aber dennoch über die jeweils parallele Nebenschlussleitung 11, 13, 14 bzw. 12, 13, 14 geschlossen. Die Funktion des Brenners 6 wird also durch die Prüfung nicht gestört.

[0041] Wäre das zu prüfende Sicherheitsrelais 9 bzw. 10 defekt und würde er während der Prüfung trotz entsprechender Ansteuerung durch die Steuereinrichtung 3 nicht in die Ruhestellung umschalten, würde sich an seinem Ruhekontakt 17 nicht die Spannung der Sicherheitsstromleitung 7 einstellen. Die Steuereinrichtung 3 würde daraufhin ein entsprechendes Fehlersignal ausgeben und das Prüfrelais 15 in seine Ruhestellung umschalten.

[0042] Würde zu Beginn der Prüfung trotz des von der Steuereinrichtung 3 gegebenen Umschaltbefehls das Prüfrelais 15 nicht in die Arbeitsstellung umschalten, stünde am seinem Ruhekontakt 17 weiterhin die Spannung der Sicherheitsstromleitung 7 an. Die Steuereinrichtung 3 würde dies über den Spannungssensor 25 als Fehler feststellen. Sie würde die weitere Prüfung abbrechen und ein entsprechendes Fehlersignal geben. Ein Fehlersignal würde auch gegeben, wenn

zum Abschluss der Prüfung das Prüfrelais 15 trotz entsprechendem Umschaltbefehl von der Steuereinrichtung 3 nicht in die Ruhestellung umschalten würde, also an seinem Ruhekontakt 17 die Spannung der Sicherheitsstromleitung 7 nicht wieder anstünde.

[0043] Ein Schaltdefekt des Prüfrelais 16 hätte keine unerkannte Fehlfunktion des Steuergerätes 1 zur Folge. Durch einen solchen Fehler würde nicht die dem zu prüfenden Sicherheitsrelais parallele Nebenschlussleitung, sondern die andere geschlossen. In diesem Fall würde beim Umschalten des zu prüfenden Relais in seine Ruhestellung eine Unterbrechung der Sicherheitsstromleitung 7 eintreten. Der Betrieb des Dampfkessels 2 würde dadurch zwar gestört. Es könnte aber kein gefährlicher Betriebszustand eintreten. Das Steuergerät wäre also auch bei einem solchen Defekt fehler-sicher. Bei Umschalten beider Sicherheitsrelais 9, 10 in die Ruhestellung aufgrund einer Unterschreitung des Grenzwertes 37 lässt sich die Schaltfähigkeit des Prüfrelais 16 prüfen. In der Ruhestellung steht an dem mit dem Leitungsteil 14 verbundenen Spannungssensor 26 die Spannung der Sicherheitsstromleitung 7 vor dem Sicherheitsrelais 9 an, während sie in der Arbeitsstellung des Prüfrelais 16 fehlt.

[0044] Würde aufgrund eines Funktionsfehlers der Steuereinrichtung 3 das Prüfrelais 15 außerhalb der vorgenannten Prüfungen in seine Arbeitsstellung umgeschaltet und somit eine der beiden Nebenschlussleitungen 11, 13, 14 bzw. 12, 13, 14 geschlossen sein, entstünde kein Sicherheitsrisiko. Bei Unterschreitung des Grenzwertes 37 gibt der Füllstandsensorm 5 ein entsprechendes Füllstandsignal an die Steuereinrichtung 3, die daraufhin ein Umschalten beider Sicherheitsrelais 9, 10 in die Ruhestellung veranlaßt. Hierdurch wird die Sicherheitsstromleitung 7 zuverlässig unterbrochen. Die geschlossene Nebenschlussleitung 11, 13, 14 bzw. 12, 13, 14 ändert hieran nichts.

[0045] Wenngleich das Steuergerät 1 vorstehend speziell im Zusammenhang mit der Überwachung des unteren Grenzwertes des Füllstandes eines Dampfkessels beschreiben wurde, kann das Steuergerät 1 aber dennoch auch für die Überwachung der anderen einleitend in der Beschreibung erwähnten physikalischen Betriebsgrößen von Dampfkesseln und anderen wärmetechnischen Anlagen eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste:

[0046]

| | |
|---|-------------------------|
| 1 | Steuergerät |
| 2 | Dampfkessel |
| 3 | Steuereinrichtung |
| 4 | Relaisschaltung |
| 5 | Füllstandsensorm |
| 6 | Brenner |
| 7 | Sicherheitsstromleitung |
| 8 | Mikroprozessor |

| | |
|-------|---------------------|
| 9 | Sicherheitsrelais |
| 10 | Sicherheitsrelais |
| 11 | Nebenschlussleitung |
| 12 | Nebenschlussleitung |
| 5 13 | Leitungsteil |
| 14 | Leitungsteil |
| 15 | Prüfrelais |
| 16 | Prüfrelais |
| 17 | Ruhekontakt |
| 10 18 | Arbeitskontakt |
| 19 | Wurzelkontakt |
| 20 | Schaltglied |
| 21 | Antrieb |
| 22 | Verbindungsleitung |
| 15 23 | Spannungssensor |
| 24 | Spannungssensor |
| 25 | Spannungssensor |
| 26 | Spannungssensor |
| 27 | Schaltverstärker |
| 20 28 | Schaltverstärker |
| 29 | Schaltverstärker |
| 30 | Schaltverstärker |
| 31 | Vorwiderstand |
| 32 | Transistor |
| 25 33 | Spannungsquelle |
| 34 | Grundpotential |
| 35 | Füllstand |
| 36 | Flüssigkeit |
| 37 | Grenzwert |

Patentansprüche

1. Steuergerät für die Sicherheitsstromleitung einer wärmetechnischen Anlage mit

- mindestens einem Anschluss für einen eine sicherheitsrelevante physikalische Betriebsgröße der Anlage überwachenden Sensor,
- zwei in Reihe geschalteten Sicherheitsrelais für den Anschluss der Sicherheitsstromleitung und
- einer Steuereinrichtung, die in Abhängigkeit des Signals des Sensors beide Sicherheitsrelais so schaltet, dass mit Erreichen eines die Sicherheit gefährdenden Grenzwertes der Betriebsgröße die Sicherheitsstromleitung unterbrochen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- eine dem ersten Sicherheitsrelais (9) parallelgeschaltete Nebenschlussleitung (11, 13, 14) die Sicherheitsstromleitung (7) vor dem ersten Sicherheitsrelais (9) mit einer Verbindungsleitung (22) zwischen beiden Sicherheitsrelais (9, 10) verbindet,
- eine dem zweiten Sicherheitsrelais (10) parallelgeschaltete Nebenschlussleitung (12, 13, 14) die Sicherheitsstromleitung (7) hinter dem zweiten Sicherheitsrelais (10) mit der

- Verbindungsleitung (22) zwischen beiden Sicherheitsrelais (9, 10) verbindet,
- in den Nebenschlussleitungen (11, 12, 13, 14) Prüfschaltglieder (15, 16) vorgesehen sind, die ausserhalb vorgesehener Prüfzeiten die Nebenschlussleitungen (11, 12, 13, 14) unterbrechen,
 - beide Sicherheitsrelais (9, 10) als Wechsler mit einer Ruhestellung und einer Arbeitsstellung ausgebildet sind,
 - jedes Sicherheitsrelais (9, 10) einen Ruhekontakt (17), einen Arbeitskontakt (18) und einen Wurzelkontakt (19) aufweist, wobei in der Ruhestellung der Wurzelkontakt (19) und der Ruhekontakt (17) elektrisch miteinander verbunden sind, während in der Arbeitsstellung der Wurzelkontakt (19) und der Arbeitskontakt (18) elektrisch miteinander verbunden sind, und
 - die Steuereinrichtung (3) Prüfmittel (8) aufweist, die zu vorgegebenen Prüfzeiten die Schaltfähigkeit der Sicherheitsrelais (9, 10) prüfen, wozu jeweils die dem zu prüfenden Sicherheitsrelais (9, 10) zugeordnete Nebenschlussleitung (11, 13, 14; 12, 13, 14) über die Prüfschaltglieder (15, 16) geschlossen wird, das Sicherheitsrelais (9, 10) in die Ruhestellung umgeschaltet, die elektrische Spannung am Ruhekontakt (17) des geprüften Sicherheitsrelais (9, 10) überwacht und bei dort fehlender Spannung ein Fehlersignal gegeben wird.
2. Steuergerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sicherheitsrelais (9, 10) an ihren Wurzelkontakten (19) miteinander verbunden sind, während die Sicherheitsstromleitung (7) an den Arbeitskontakten (18) angeschlossen ist.
3. Steuergerät nach einem oder beiden der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- zwei Prüfschaltglieder (15, 16) in Reihe geschaltet sind,
 - das eine Prüfschaltglied (15) über einen gemeinsamen Leitungsteil (13) der Nebenschlussleitungen (11, 12, 13, 14) mit der Verbindungsleitung (22) beider Sicherheitsrelais (9, 10) verbunden ist und
 - das andere Prüfschaltglied (16) als Wechsler ausgebildet ist und wahlweise eine Verbindung zwischen dem einen Prüfschaltglied (15) und der einen, vor das erste Sicherheitsrelais (9) führenden Nebenschlussleitung (11) oder zwischen dem einen Prüfschaltglied (15) und der anderen, hinter das zweite Sicherheitsrelais (10) führenden Nebenschlussleitung (12) herstellt.
4. Steuergerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- als Wechsler ausgebildete Prüfreis (15, 16) mit einer Ruhestellung und einer Arbeitsstellung als Prüfschaltglieder vorgesehen sind und
 - jedes Prüfreis (15, 16) einen Ruhekontakt (17), einen Arbeitskontakt (18) und einen Wurzelkontakt (19) aufweist, wobei in der Ruhestellung der Wurzelkontakt (19) und der Ruhekontakt (17) elektrisch miteinander verbunden sind, während in der Arbeitsstellung der Wurzelkontakt (19) und der Arbeitskontakt (18) elektrisch miteinander verbunden sind.
5. Steuergerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- das eine Prüfreis (15) mit seinem Wurzelkontakt (19) und seinem Arbeitskontakt (18) an gemeinsame Leitungsteile (13, 14) der Nebenschlussleitungen (11, 12, 13, 14) angeschlossen ist und
 - die Steuereinrichtung (3) bei der Prüfung der Sicherheitsrelais (9, 10) zunächst das eine Prüfreis (15) von der Ruhestellung in die Arbeitsstellung umschaltet und die elektrische Spannung an seinem Ruhekontakt (17) überwacht und bei vorhandener Spannung ein Fehlersignal gegeben wird.
6. Steuergerät nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (3) nach erfolgter Prüfung der Sicherheitsrelais (9, 10) das eine Prüfreis (15) von der Arbeitsstellung in die Ruhestellung umschaltet und die elektrische Spannung an seinem Ruhekontakt (17) überwacht und bei fehlender Spannung ein Fehlersignal gegeben wird.
7. Steuergerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ruhekontakt (17) des anderen Prüfreis (16) mit der vor das erste Sicherheitsrelais (9) führenden Nebenschlussleitung (11) und sein Arbeitskontakt (18) mit der hinter das zweite Sicherheitsrelais (10) führenden Nebenschlussleitung (12) verbunden ist, während sein Wurzelkontakt (19) mit dem einen Prüfreis (15) verbunden ist.
8. Steuergerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (3) bei der Prüfung der Sicherheitsrelais (9, 10) die elektrische Spannung der Sicherheitsstromleitung (7) überwacht und bei vorhandener Spannung die Prüfung vornimmt, während bei fehlender Spannung die Prüfung vor-

übergehend ausgesetzt wird,

9. Steuergerät nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannung des beide Prüfrelais (15, 16) verbindenden Leitungsteils (14) überwacht wird, 5
10. Steuergerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Überwachung der Spannung der Sicherheitsstromleitung (7) Optokoppler als Spannungssensor (26) vorgesehen sind, die bei vorhandener Spannung in der Sicherheitsstromleitung (7) eine für das Steuergerät (1) geeignete niedrigere Signalspannung abgeben. 10
15
11. Steuergerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Überwachung der Spannung an den Ruhekontakten (17) der Sicherheitsrelais (9, 10) und des einen Prüfrelais (15) Optokoppler als Spannungssensoren (23, 24, 25) vorgesehen sind, die bei vorhandener Spannung eine für das Steuergerät (1) geeignete niedrigere Signalspannung abgeben. 20
25
12. Steuergerät für die Sicherheitsstromleitung einer wärmetechnischen Anlage mit
- mindestens einem Anschluss für einen eine sicherheitsrelevante physikalische Betriebsgröße der Anlage überwachenden Sensor, 30
 - zwei in Reihe geschalteten Sicherheitsrelais für den Anschluss der Sicherheitsstromleitung und 35
 - einer Steuereinrichtung, die in Abhängigkeit des Signals des Sensors beide Sicherheitsrelais so schaltet, dass mit Erreichen eines die Sicherheit gefährdenden Grenzwertes der Betriebsgröße die Sicherheitsstromleitung unterbrochen ist, 40
- dadurch gekennzeichnet**, dass
- jedes Sicherheitsrelais (9, 10) einen elektromechanischen Antrieb (21) und eine vorgegebene Ansprechzeit aufweist, 45
 - zur Steuerung der Stromversorgung der Antriebe (21) Schaltverstärker (27, 28) vorgesehen sind, deren Ansprech- und Aktionszeit einen Bruchteil der Ansprechzeit der Sicherheitsrelais (9, 10) beträgt, und 50
 - die Steuereinrichtung (3) Prüfmittel (8) aufweist, die die elektrische Steuerung der Sicherheitsrelais (9, 10) prüfen, wozu der Schaltverstärker (27, 28) des Antriebes (21) des zu prüfenden Sicherheitsrelais (9, 10) zu vorgegebenen Prüfzeitpunkten umgeschaltet und die Spannungsänderung am Antrieb (21) überwacht wird, nach Ablauf einer vorgegebe-

nen Prüfdauer der Schaltverstärker (27, 28) wieder umgeschaltet und bei einer unzureichenden Spannungsänderung innerhalb der Prüfdauer ein Fehlersignal gegeben wird, wobei die Prüfung einen Bruchteil der Ansprechzeit des Sicherheitsrelais (9, 10) dauert.

13. Steuergerät nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Antriebe (21) der Sicherheitsrelais (9, 10) zum einen mit einer Spannungsquelle (33) vorgegebener Spannung und zum anderen mit einem Grundpotential (34) verbunden sind,
 - in der Verbindung mit dem Grundpotential (34) jeweils ein von der Steuereinrichtung (3) gesteuerter Transistor (32) als Schaltverstärker (27, 28) vorgesehen ist und
 - der Transistor (32) während der Prüfdauer die Verbindung des Antriebes (21) zum Grundpotential (34) unterbricht und der Anstieg der Spannung am Antrieb (21) überwacht wird, wobei ein unzureichender Spannungsanstieg innerhalb der Prüfdauer ein Fehlersignal bewirkt.
14. Steuergerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (3) als Prüfmittel zur Durchführung der Prüfungen und zur Steuerung einen Mikroprozessor (8) aufweist.

Fig. 1

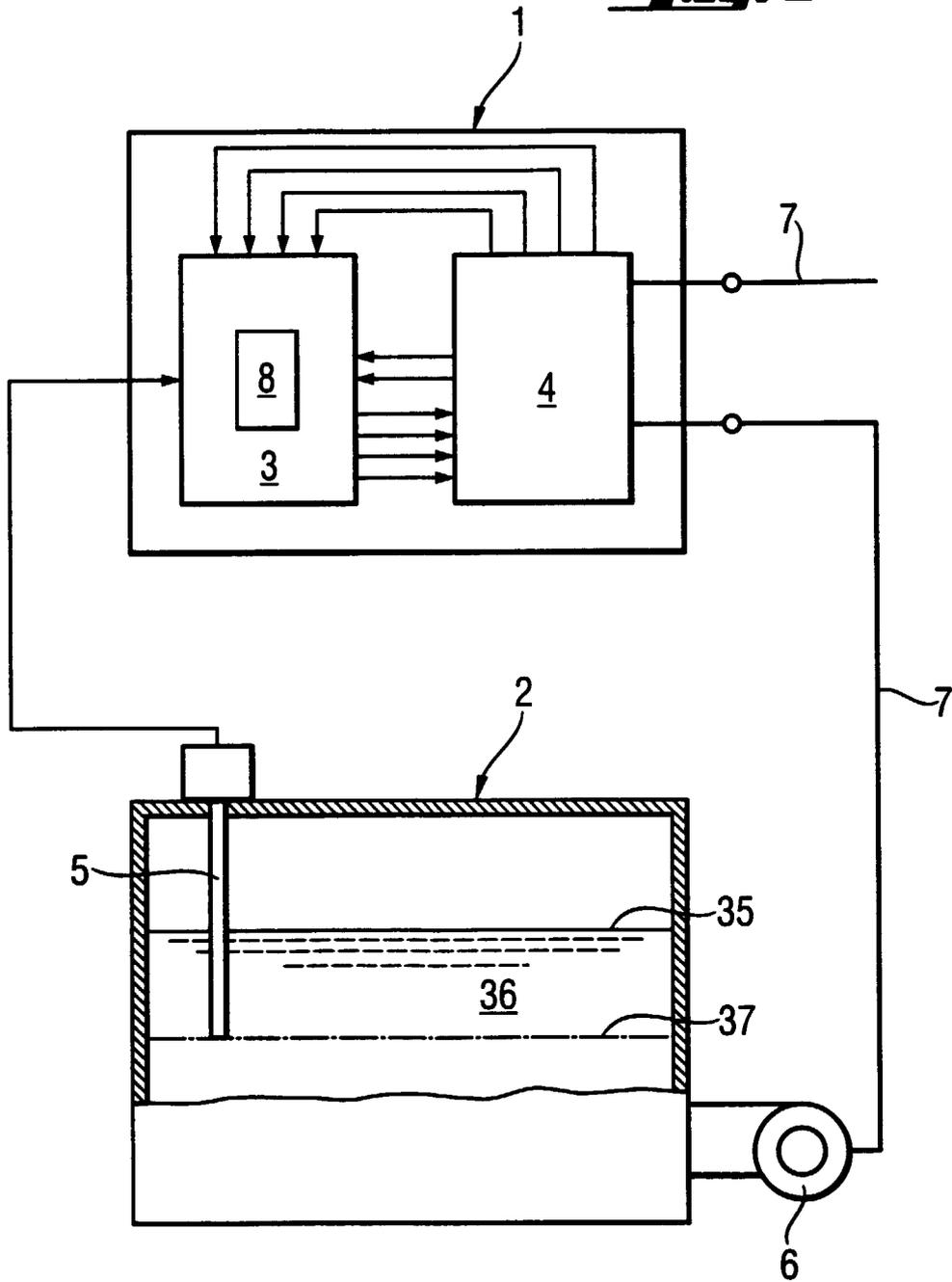


Fig. 2

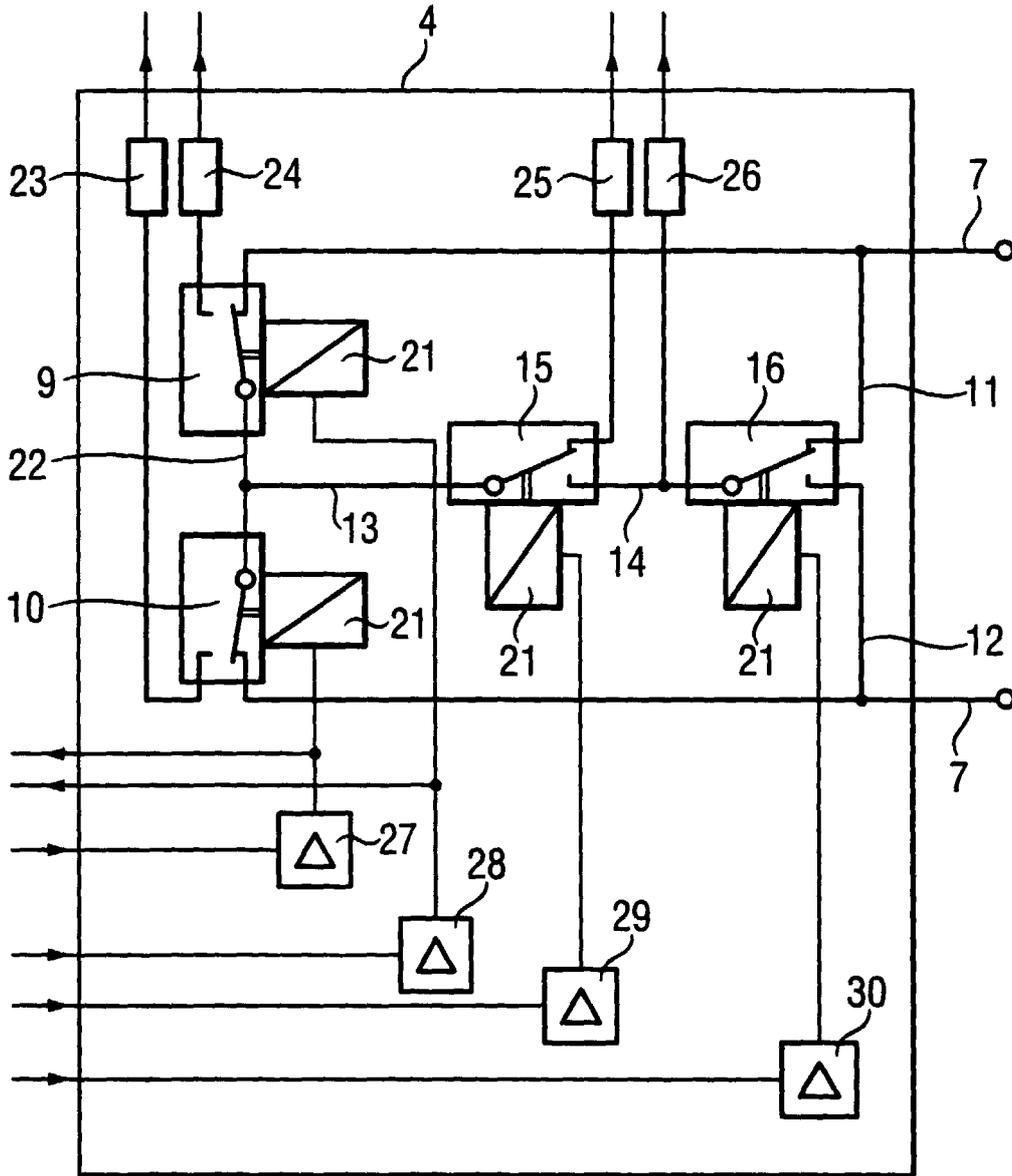


Fig. 3

