

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84112267.4

51 Int. Cl.: **F 24 H 9/20**

22 Anmeldetag: 12.10.84

30 Priorität: 12.10.83 DE 3337053

71 Anmelder: **Fr. Sauter AG Fabrik elektr. Apparate, Im Surinam 55, CH-4016 Basel (CH)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 24.04.85
Patentblatt 85/17

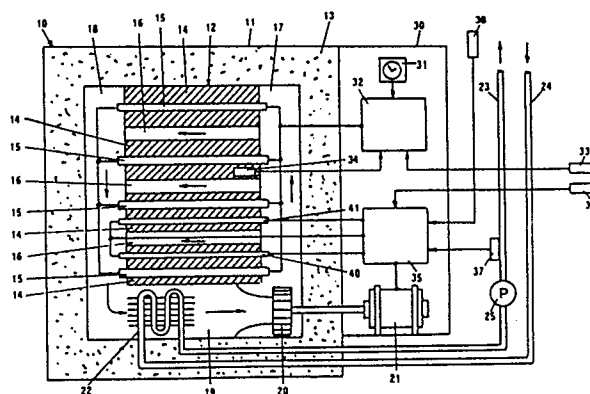
72 Erfinder: **Brückner, Markus, Engalgasse 128, CH-4052 Basel (CH)**
Erfinder: **Burri, Simon, Waldmattstrasse 9a, CH-8135 Langnau a.A. (CH)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **AT CH DE FR LI**

74 Vertreter: **Leiser, Gottfried, Dipl.-Ing. et al, Patentanwälte Prinz, Leiser, Bunke & Partner Ernsberger Strasse 19, D-8000 München 60 (DE)**

54 Anordnung zur Regelung der Entladung eines Wärmespeichers.

57 Bei einem Wärmespeicher (10) wird die Entladung durch Änderung der Drehzahl eines von einem Elektromotor (21) angetriebenen Ventilators (20) geregelt, der Luft durch den Speicherkern (12) und beispielsweise durch einen Wärmetauscher (22) bläst. Die Drehzahländerung erfolgt durch Zu- und Wegschalten von Vorwiderständen im Stromkreis des Elektromotors. Die Vorwiderstände sind als Heizstäbe (40, 41) ausgebildet, die im Speicherkern (12) angeordnet sind, so daß die in den zugeschalteten Vorwiderständen anfallende Verlustleistung als zusätzliche Heizleistung ausgenutzt wird.



Anordnung zur Regelung der
Entladung eines Wärmespeichers

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Regelung der Entladung eines Wärmespeichers mit einem aufladbaren Speicherkern, einen durch einem Elektromotor antreibbaren Ventilator, der Luft durch den Speicherkern bläst, und mit einem elektrischen Entladeregler, der die Drehzahl des Ventilatormotors in Abhängigkeit von dem Wärmebedarf regelt.

Wärmespeicher werden gewöhnlich elektrisch mit tariflich günstigem Nachtstrom aufgeladen. Der Speicherkern besteht aus einem Material mit großer Wärmekapazität und ist gut wärmeisoliert, so daß er die während der Aufladung zugeführte Wärme für längere Zeit speichert. Die Entladung erfolgt vorwiegend tagsüber zu Heizungszwecken,

- zur Warmwasserbereitung oder zur Deckung eines anderen Wärmebedarfs. Die vom Ventilator umgewälzte Luft nimmt Wärme aus dem Speicherkern auf und gibt diese dann an einen Verbraucher ab, beispielsweise an einen im Warmluftstrom angeordneten Wärmetauscher, der vom Heizungswasser einer Warmwasserheizung durchflossen wird. Die aus dem Speicherkern pro Zeiteinheit entnommene Wärmemenge hängt von der Luftströmung ab, die wiederum durch die Ventilator-drehzahl bestimmt ist. Durch Regelung der Ventilator-drehzahl ist es daher möglich, eine gewünschte Soll-Temperatur des Verbrauchers einzuhalten, beispielsweise die verlangte Temperatur des Vorlaufs einer Warmwasserheizung.
- Bei den bisher bekannten Anordnungen der eingangs angegebenen Art erfolgte die Regelung der Ventilator-drehzahl entweder über eine Phasenanschnittsteuerung oder durch einen von einem Stellantrieb bewegten Stelltransformator, weil diese Maßnahmen eine Drehzahlregelung ohne größere Leistungsverluste ermöglichen. Diese bekannten Lösungen sind aber mit Nachteilen behaftet. Die für eine Phasenanschnittsteuerung benötigten Triacregler sind aufwendig, und die Phasenanschnittströme bringen Lärm und zusätzliche Erwärmung des Ventilators mit sich. Die Probleme des Lärms und der Eigenerwärmung der Motoren werden durch Stellantriebe mit Stelltransformatoren beseitigt, doch sind diese bezüglich Preis und Montage noch aufwendiger.
- Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Anordnung zur Regelung der Entladung eines Wärmespeichers der eingangs angegebenen Art, die sich durch einen sehr geringen Aufwand auszeichnet, ohne daß Lärm- oder Erwärmungsprobleme entstehen.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst,
daß der elektrische Entladeregler wenigstens einen Vor-
schaltwiderstand enthält, der zur Drehzahlregelung in
den Stromkreis des Ventilatormotors einschaltbar ist,
5 und daß der bzw. jeder Vorschaltwiderstand als zusätz-
licher Heizwiderstand im Speicherkern angeordnet ist.

Die Drehzahlregelung durch Zu- und Wegschalten von Vor-
schaltwiderständen ist sehr billig, betriebssicher und
10 einfach durchzuführen. Sie wird jedoch ungern angewendet,
weil sie unvermeidlich mit einer Verlustleistung behaf-
tet ist, die in den zugeschalteten Vorschaltwiderständen
vernichtet wird. Bei der erfindungsgemäßen Anordnung
geht jedoch diese Verlustleistung nicht verloren, sondern
15 sie wird zur weiteren Erwärmung des Speicherkerns ausge-
nutzt und steht somit als zusätzliche Heizleistung zur
Verfügung. In ihrer Gesamtheit arbeitet somit die erfin-
dungsgemäße Regelanordnung praktisch verlustlos.

20 Da die im Speicherkern angeordneten Vorschaltwiderstände
die Temperatur des Speicherkerns haben, werden sie bei
einer erhöhten Temperatur betrieben, die sich in einem
größeren Bereich ändern kann. Wenn der Einfluß der Tem-
peratur auf den Widerstandswert der Vorschaltwiderstände
25 unerwünscht ist, können diese aus einem temperaturunab-
hängigen Material hergestellt werden, beispielsweise
aus Konstantan. Eine besonders vorteilhafte Ausgestal-
tung der Erfindung besteht jedoch darin, daß der bzw.
jeder Vorschaltwiderstand aus einem Material mit posi-
30 tivem Temperaturkoeffizient gebildet ist. Bei dieser
Ausbildung nimmt der Widerstandswert der Vorschaltwider-
stände mit fortschreitender Entladung des Speicherkerns
ab, so daß die Ventilatordrehzahl in jeder Schaltstufe um so
größer ist, je niedriger die Speicherkerntemperatur ist. Dem-
35 zufolge wird bei niedrigerer Speicherkerntemperatur eine

größere Luftmenge durch den Speicherkern geblasen, wodurch die geringere Erwärmung der Luft kompensiert wird, so daß die entnommene Heizleistung im wesentlichen konstant bleibt.

5

Die Drehzahlregelung durch Zu- und Wegschalten von Vorschaltwiderständen kann natürlich nur stufenweise erfolgen, doch ist dies kein Nachteil, da die stufenweise Regelung durch die Wärmeträgheit des Verbrauchers ausgeglichen wird.

10

Ein bevorzugtes Verfahren zum Betrieb der erfindungsgemäßen Anordnung besteht gemäß einer Weiterbildung der Erfindung darin, daß die Soll-Temperatur mit der Ist-Temperatur verglichen wird, daß die Abweichung zwischen der Soll-Temperatur und der Ist-Temperatur über die Zeit integriert wird, und daß die Ventilator-drehzahl jeweils durch Wegschaltung eines Vorschaltwiderstands erhöht wird, wenn das Integral einen zugeordneten oberen Schwellenwert erreicht, und durch Zuschaltung eines Vorschaltwiderstands verringert wird, wenn sich das Integral auf einen zugeordneten unteren Schwellenwert verringert hat.

15

20

Dieses Verfahren ergibt eine besonders exakte Regelung mit einer sehr geringen Anzahl von Schaltstufen. In vielen Fällen genügt bereits eine Regelung mit einem einzigen Vorschaltwiderstand, also mit zwei Schaltstufen, zur Erzielung einer ausreichend genauen Regelung, insbesondere dann, wenn der Vorschaltwiderstand gemäß der bevorzugten Weiterbildung der Erfindung aus einem Material mit positivem Temperaturkoeffizient gebildet ist. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die Anlage, da das Integral am Anfang den Wert 0 hat, immer mit dem größten Vorschaltwiderstandswert, also

25

30

der niedrigsten Ventilator-drehzahl, anfährt und erst
nach Erreichen dieser niedrigsten Drehzahl, falls erfor-
derlich, durch Wegschalten eines Vorschaltwiderstands
auf die nächsthöhere Drehzahl weiterschaltet. Dies er-
gibt die größtmögliche Schonung der zum Zu- und Weg-
schalten der Vorschaltwiderstände dienenden Schaltkon-
takte.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich
aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels,
das in der Zeichnung dargestellt ist. In der Zeichnung
zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines elektrischen
Wärmespeichers mit einer Anordnung nach der Er-
findung,

Fig. 2 das Schaltbild des Entladereglers des Wärmespei-
chers von Fig. 1 und

Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung der Funktionsweise
des Entladereglers von Fig. 2.

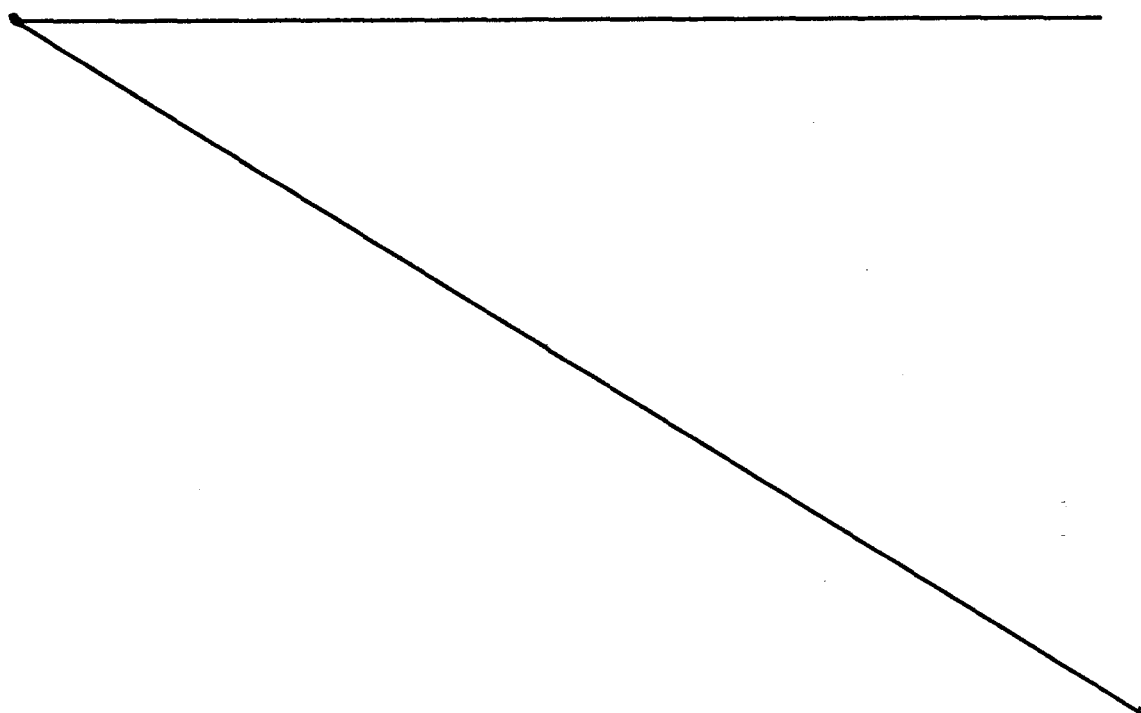


Fig. 1 der Zeichnung zeigt einen für eine Warmwasser-Zentralheizung bestimmten Wärmespeicher 10 üblicher Bauart mit einem Gehäuse 11, in dem ein Speicherkern 12 untergebracht ist. Der Zwischenraum zwischen dem Gehäuse 11 und dem Speicherkern 12 ist mit einer Wärmeisolation 13 ausgefüllt. Der Speicherkern 12 besteht aus Speichersteinen 14 großer Wärmekapazität, in die elektrische Heizstäbe 15 eingebettet sind. Zwischen den Speichersteinen 14 sind Luftkanäle 16 gebildet, die mit einem vorderen Luftschacht 17 und einem hinteren Luftschacht 18 in Verbindung stehen. Die beiden Luftschächte 17 und 18 sind an ihren unteren Enden durch einen unter dem Speicherkern 12 gebildeten Lufttunnel 19 miteinander verbunden. Im Lufttunnel 19 ist ein Ventilator 20 angeordnet, der von einem außerhalb des Gehäuses 11 befindlichen Elektromotor 21 angetrieben wird. Ferner ist im Lufttunnel 19 ein Wärmetauscher 22 angeordnet, der aus einer mit Kühlrippen versehenen Rohrschlange besteht, die mit dem Vorlaufrohr 23 und dem Rücklaufrohr 24 der Warmwasser-Zentralheizung in Verbindung steht, so daß sie von dem Heizungswasser durchflossen wird, das durch eine im Vorlaufrohr 23 angeordnete Umwälzpumpe 25 umgewälzt wird.

Der Aufbau und die Funktionsweise des bisher beschriebenen Wärmespeichers entsprechen der üblichen Technik. Die Speichersteine 14 werden mittels der elektrischen Heizstäbe 15 aufgeheizt, meistens während der Nacht mit billigem Nachtstrom. Die Wärmeisolation 13 verhindert das Abfließen der in den Speichersteinen 14 gespeicherten Wärme. Wenn ein Bedarf an Heizungswärme besteht, wird der Ventilator 20 in Gang gesetzt, der die im Wärmespeicher 10 eingeschlossene Luft in einem geschlossenen Kreislauf durch den vorderen Luftschacht 17, die Luftkanäle 16, den hinteren Luftschacht 18 und den Lufttunnel 19 umwälzt. Beim Durchgang durch die Luftkanäle 16

nimmt die Luft Wärme von den Speichersteinen 14 auf, und sie gibt diese Wärme im Wärmetauscher 22 an das Heizungswasser ab. Die auf diese Weise vom Speicherkern 12 auf das Heizungswasser überführte Wärmeleistung ist um so größer, je größer die umgewälzte Luftmenge ist, die wiederum von der Drehzahl des Ventilators 20 abhängt. Durch Regelung der Drehzahl des Ventilators 20 kann somit die vom Heizungsregler verlangte Temperatur des Vorlaufs eingehalten werden.

10

Die zur Regelung der Aufladung und Entladung des Speicherkerns 12 dienenden elektrischen Geräte sind in einem am Gehäuse 11 angebauten Schaltungskasten 30 untergebracht, der auch den Antriebsmotor 21 des Ventilators 20 enthält. Ein von einer Zeituhr 31 gesteuerter Laderegler 32 bewirkt die Aufladung des Speicherkerns während der Nachtzeit durch Einschalten der Heizstäbe 15. Der Laderegler 32 empfängt Signale von einem Witterungsfühler 33 und von einem Kerntemperaturfühler 34. Er bestimmt die Einschaltdauer der Heizstäbe 15 in Abhängigkeit von der im Speicherkern 12 noch vorhandenen Restwärme und von der Außentemperatur.

20

Die Entladung des Speicherkerns 12 wird von einem Entladeregler 35 durch Steuerung der Drehzahl des den Ventilator 20 antreibenden Elektromotors 21 geregelt. Der Entladeregler 35 empfängt Signale von einem weiteren Witterungsfühler 36, einem Vorlauftemperaturfühler 37 und gegebenenfalls von einem Raumtemperaturfühler 38. In Abhängigkeit von diesen Signalen steuert der Entladeregler 35 die Drehzahl des Ventilators 20 so, daß der Vorlauf auf der zur Erzielung der gewünschten Raumtemperatur erforderlichen Temperatur gehalten wird.

30

Die Besonderheit des in Fig. 1 dargestellten Wärmespeichers besteht darin, daß die Steuerung der Drehzahl des Elektromotors 21 durch zwei Vorschaltwiderstände erfolgt, die vom Entladeregler 35 nach Bedarf in den Stromkreis des Elektromotors 21 eingeschaltet werden.
5 Diese Vorschaltwiderstände sind als Heizstäbe 40 und 41 ausgebildet, die gleichfalls in die Speichersteine 14 des Speicherkerns 12 eingebettet sind. Auf diese Weise dient die in den Vorschaltwiderständen entstehende
10 Verlustwärme zur zusätzlichen Aufheizung des Speicherkerns 12, so daß diese Verlustwärme nicht verlorengeht, sondern als nutzbare Heizenergie zur Verfügung steht.

Fig. 2 zeigt das Schaltbild eines Ausführungsbeispiels des Entladereglers 35. Man erkennt in Fig. 2 wieder den Ventilator 20 antreibenden Elektromotor 21, den Witterungsfühler 36, den Vorlauftemperaturfühler 37 und den Raumtemperaturfühler 38. Jeder Temperaturfühler 36, 37, 38 ist in der üblichen Weise als Meßwandler ausgebildet, der ein von der gemessenen Temperatur abhängiges elektrisches Signal abgibt.
15
20

Das Ausgangssignal des Witterungsfühlers 36 wird nach Verstärkung in einem Vorverstärker 51 einem Funktionsgenerator 52 zugeführt, der am Ausgang ein Signal liefert, das nach einer vorgegebenen Funktion von der Außentemperatur abhängt und die Soll-Temperatur des Vorlaufs darstellt. Der Funktionsgenerator 52 kann zusätzlich durch eine Schaltuhr 53 gesteuert werden, damit
25
30 die Heizkurve in Abhängigkeit von der Tageszeit beeinflusst wird, insbesondere zur Absenkung der Soll-Temperatur während der Nachtzeit.

Das Ausgangssignal des Vorlauftemperaturfühlers 37 wird
gleichfalls in einem Vorverstärker 54 verstärkt und an-
schließend einem Inverterverstärker 55 zugeführt, der
somit an seinem Ausgang ein Signal abgibt, das der Ist-
5 Temperatur des Vorlaufs mit umgekehrtem Vorzeichen ent-
spricht.

Die Ausgangssignale des Funktionsgenerators 52 und des
Inverterverstärkers 55 werden über Summierwiderstände
10 56, 57 dem Eingang eines Summierverstärkers 58 zugeführt,
der somit am Ausgang ein Signal abgibt, das der Differenz
zwischen dem Sollwert und dem Istwert der Vorlauftempera-
tur entspricht. Dieses Signal wird über einen Widerstand
59 dem Eingang eines Integrators 60 zugeführt, der in
15 üblicher Weise durch einen Operationsverstärker gebildet
ist, in dessen Rückkopplungskreis ein Kondensator 61
liegt. Der Integrator 60 bildet somit das Integral der
Abweichung zwischen Sollwert und Istwert der Vorlauf-
temperatur über die Zeit und gibt am Ausgang eine diesem
20 Integral proportionale Spannung U_{Int} ab. Diese Integral-
spannung U_{Int} wird einer Stufenschalteinheit 65 zugeführt.

Die Stufenschalteinheit 65 enthält drei Schwellenwert-Diskri-
minatoren 66, 67, 68, von denen jeder die Integralspannung
25 U_{Int} empfängt und mit einem eingestellten Schwellenwert
vergleicht. Der Ausgang jedes Schwellenwertdiskriminators
steuert einen Schalter 69, 70 bzw. 71. Diese Schalter
liegen in Reihe im Stromkreis des Elektromotors 21. Dem
Schalter 70 ist der als Heizstab ausgebildete Vorschalt-
30 widerstand 40 parallelgeschaltet, und dem Schalter 71
ist der als Heizstab ausgebildete Vorschaltwiderstand 41
parallelgeschaltet, so daß jeder dieser Schalter im ge-
schlossenen Zustand den zugeordneten Vorschaltwiderstand
kurzschließt. Die Schalter 69, 70, 71 können beispielswei-
35 se die Kontakte von Schaltrelais sein.

- Jeder Schwellenwert-Diskriminator 66, 67, 68 hat eine Schalthysterese, so daß er in den Arbeitszustand geht, wenn die angelegte Spannung U_{Int} in ansteigender Richtung einen oberen Schwellenwert erreicht und wieder in den Ruhezustand zurückkehrt, wenn die angelegte Spannung U_{Int} auf einen unteren Schwellenwert abfällt. Jeder Schwellenwert-Diskriminator gibt am Ausgang ein Signal ab, das den zugeordneten Schalter im Arbeitszustand schließt und im Ruhezustand öffnet. Die Schwellenwerte der drei Schwellenwert-Diskriminatoren 66, 67, 68 sind unterschiedlich eingestellt, wobei der Schwellenwert-Diskriminator 66 den niedrigsten und der Schwellenwert-Diskriminator 68 den höchsten Schwellenwert hat.
- Die Funktionsweise dieser Anordnung soll anhand des Diagramms von Fig. 3 erläutert werden, das die Steuerung der drei Schalter 69, 70, 71 in Abhängigkeit von der vom Integrator 60 abgegebenen Integralspannung U_{Int} zeigt.
- Im Anfangszustand hat das Integral den Wert 0. Wenn beim Einschalten der Sollwert der Vorlauftemperatur größer ist als deren Istwert, gibt der Summierverstärker 58 eine der Abweichung entsprechende Spannung ab, die vom Integrator 60 integriert wird. Dadurch steigt die Integralspannung U_{Int} am Ausgang des Integrators 60 vom Wert 0 aus an. Wenn die Integralspannung U_{Int} den Wert U_1 erreicht, geht der Schwellenwert-Diskriminator 66 in den Arbeitszustand, so daß der Schalter 69 geschlossen wird. Der Spannungswert U_1 entspricht also dem oberen Schwellenwert des Schwellenwert-Diskriminators 66. Durch das Schließen des Schalters 69 wird der Elektromotor 21 über die beiden Vorschaltwiderstände 40 und 41 an Spannung gelegt, so daß er den Ventilator 20 mit der kleinsten Drehzahl antreibt. Die vom Ventilator 20 umgewälzte Luft erwärmt das Heizungswasser im Wärmetauscher 22, so daß der Istwert der Vorlauftemperatur ansteigt. Dadurch wird

die Abweichung zwischen dem Sollwert und dem Istwert der Vorlauftemperatur geringer.

Solange wie der Istwert der Vorlauftemperatur den Sollwert nicht erreicht, nimmt die vom Integrator 60 abgegebene Integralspannung U_{Int} weiter zu. Wenn sie den Wert U_2 erreicht, der dem oberen Schwellenwert des Schwellenwert-Diskriminator 67 entspricht, geht der Schwellenwert-Diskriminator 67 in den Arbeitszustand, so daß der Schalter 70 geschlossen wird. Dadurch wird der Vorschaltwiderstand 40 kurzgeschlossen, so daß im Stromkreis des Elektromotors 21 nur noch der Vorschaltwiderstand 41 liegt. Der Elektromotor 21 läuft daher schneller, und er treibt den Ventilator 20 mit einer mittleren Drehzahl an. Die dem Heizungswasser im Wärmetauscher 22 zugeführte Heizleistung wird dadurch vergrößert.

Wenn schließlich die Integralspannung U_{Int} den oberen Schwellenwert U_3 des Schwellenwert-Diskriminator 68 erreicht, wird auch der Schalter 71 geschlossen, so daß der Vorschaltwiderstand 41 ebenfalls kurzgeschlossen ist. Nunmehr liegt die volle Spannung am Elektromotor 21, so daß dieser den Ventilator 20 mit der größten Drehzahl antreibt. Dann erfolgt die Erwärmung des Vorlaufs mit der größten Heizleistung.

Wenn die vom Vorlauftemperaturfühler 37 festgestellte Vorlauftemperatur den vom Funktionsgenerator 52 vorgegebenen Sollwert übersteigt, kehrt sich das Vorzeichen der vom Summierverstärker 58 abgegebenen Abweichungsspannung um, so daß sich das im Integrator 60 gebildete Fehlerintegral zurückbildet. Die Integralspannung U_{Int} nimmt dann wieder ab. Dieses Ereignis kann bei jedem der zuvor geschilderten Zustände der Schwellenwert-Diskriminatoren 66, 67, 68 eintreten. Wenn angenommen

wird, daß die Abnahme der Integralspannung U_{Int} nach dem zuvor geschilderten Ansprechen des Schwellenwert-Diskriminators 68 beginnt, geht der Schwellenwert-Diskriminator 68 wieder in den Ruhezustand zurück, wenn
5 die Integralspannung U_{Int} einen unteren Schwellenwert erreicht, der niedriger ist als der obere Schwellenwert U_3 dieses Schwellenwert-Diskriminators. Im Diagramm von Fig. 3 ist zur Vereinfachung angenommen, daß der untere Schwellenwert des Schwellenwert-Diskriminators 68 gleich
10 dem oberen Schwellenwert U_2 des Schwellenwert-Diskriminators 67 ist, doch ist diese Bemessung keineswegs zwingend. Der Schalter 71 wird dann wieder geöffnet, wodurch der Vorschaltwiderstand 41 wieder in den Stromkreis des Elektromotors 21 eingeschaltet wird. Bei weiterer Verringerung der Integralspannung U_{Int} geht auch
15 der Schwellenwert-Diskriminator 67 in den Ruhezustand, wenn die Integralspannung U_{Int} den unteren Schwellenwert dieses Schwellenwert-Diskriminators erreicht, von dem in Fig. 3 angenommen ist, daß er gleich dem oberen Schwellenwert U_1 des Schwellenwert-Diskriminators 66 ist. Dann
20 wird auch der Schalter 70 geöffnet, so daß wieder beide Vorschaltwiderstände 40 und 41 im Stromkreis des Elektromotors 21 liegen. Wenn schließlich die Integralspannung U_{Int} auf den unteren Schwellenwert des Schwellenwert-Diskriminators 66 fällt, der im Diagramm von Fig. 3 den
25 Wert 0 hat, wird der Schalter 69 geöffnet, so daß der Elektromotor 21 stillgesetzt wird. Der Vorlauf wird nun nicht mehr erwärmt, so daß seine Ist-Temperatur fällt. Sobald die Ist-Temperatur unter die vom Funktionsgenerator 52 vorgegebene Soll-Temperatur fällt, beginnt der
30 zuvor beschriebene Zyklus erneut.

Die Drehzahlregelung des Ventilators 20 erfolgt bei der beschriebenen Anordnung durch Zu- und Wegschalten der

Vorschaltwiderstände 40 und 41. Wenn bei der niedrigen Drehzahl die beiden Vorschaltwiderstände 40 und 41 und bei der mittleren Drehzahl der Vorschaltwiderstand 41 allein im Stromkreis des Elektromotors 21 liegen, entsteht an den Vorschaltwiderständen ein Spannungsabfall, durch den die Drehzahl verringert wird. Gleichzeitig verursacht der über die Vorschaltwiderstände fließende Strom eine Verlustleistung, die in Wärme umgesetzt wird. Da die Vorschaltwiderstände 40 und 41 in Form von Heizstäben im Speicherkern 12 des Wärmespeichers liegen, geht diese Verlustleistung nicht verloren, sondern sie steht vollständig als Heizleistung zur Verfügung. Global betrachtet arbeitet somit die Entladeregelung des Wärmespeichers praktisch verlustlos.

Obwohl die Drehzahl des Ventilators nur in verhältnismäßig groben Stufen geschaltet werden kann, erlaubt die beschriebene Regelung durch Vergleich der Soll-Vorlauf-temperatur mit der Ist-Vorlauf-temperatur und Integration der Abweichung eine sehr genaue Einhaltung der Vorlauf-temperatur mit einer einfachen Installation. Insbesondere wird kein Mischer zur Mischung eines Teils des Rücklaufs mit dem Kesselwasser zur Einstellung der Vorlauf-temperatur benötigt, und eine Messung der Rücklauf-temperatur ist überflüssig.

In Fig. 2 sind noch zusätzliche Maßnahmen dargestellt, die zur Durchführung der beschriebenen Heizungsregelung zwar nicht notwendig sind, aber mit Vorteil angewendet werden können.

Die erste Maßnahme besteht in einer Begrenzung der Vorlauf-temperatur. Diese Funktion ist vor allem bei Bodenheizungen mit Kunststoffrohren zum Schutz der Heizungsanlage von großem Vorteil. Zu diesem Zweck wird das

vom Vorverstärker 54 verstärkte Ausgangssignal des Vor-
lauf-temperaturfühlers 37 einem Vorlauf-temperaturbegrenzer
75 zugeführt. Dieser enthält einen als Schwellwertgeber
geschalteten Operationsverstärker 76, der am einen Ein-
5 gang das Ausgangssignal des Vorverstärkers 54 empfängt.
Der andere Eingang des Schwellwertgebers 76 empfängt
eine mittels eines Potentiometers 77 einstellbare Begren-
zungsschwellenspannung, die der maximal zulässigen Vor-
lauf-temperatur entspricht. Der Ausgang des Schwellwert-
10 gebers 76 ist über eine Diode 78 und einen Widerstand 79
mit dem Eingang des Integrators 60 verbunden. Sobald die
Ausgangsspannung des Vorverstärkers 54 die am Potentio-
meter 77 eingestellte Begrenzungsschwellenspannung über-
steigt, gibt der Vorlaufbegrenzer 75 eine Ausgangsspannung
15 ab, die unmittelbar auf den Integrator 60 in solchem Sinne
einwirkt, daß die Integralspannung U_{Int} verringert wird,
so daß die Heizungsstufen zurückgeschaltet werden.

In ähnlicher Weise kann ein Raumtemperaturbegrenzer 80
20 vorgesehen sein, der einen Schwellwertgeber 81 enthält,
der am einen Eingang das Ausgangssignal des Raumtempera-
turfühlers 38 über einen Vorverstärker 82 empfängt, wäh-
rend an den anderen Eingang eine mittels eines Potentio-
meters 83 einstellbare Begrenzungsschwellenspannung an-
25 gelegt ist, die der Soll-Raumtemperatur entspricht. Der
Ausgang des Schwellwertgebers 81 ist über eine Diode 84
und einen Widerstand 85 mit dem Eingang des Integrators
60 verbunden. Sobald die vom Raumtemperaturfühler 38
gemessene Raumtemperatur den am Potentiometer 83 einge-
30 stellten Sollwert übersteigt, gibt der Raumtemperaturbe-
grenzer 80 eine Ausgangsspannung ab, die unmittelbar auf
den Integrator 60 einwirkt und die Integralspannung U_{Int}
bis zum Stillsetzen des Ventilators 20 verringert. Da-
durch wird die Heizung abgeschaltet, wenn wegen Fremd-
35 wärmeeinfluß nicht die normale Heizleistung erforderlichlich

ist, oder wenn bei normaler Heizung die Soll-Raumtemperatur erreicht ist. Dank dem nachgeschalteten Integrator 60 kann der Schwellwertgeber 81 hysteresefrei arbeiten und daher sehr genau regulieren.

5

Da die Vorschaltwiderstände 40 und 41 im Speicherkern 12 angeordnet sind, befinden sie sich stets auf der Temperatur des Speicherkerns, die verhältnismäßig hoch ist und sich in einem größeren Bereich ändern kann. Um den Einfluß
10 der Temperatur auf den Widerstandswert zu eliminieren, können die die Vorschaltwiderstände bildenden Heizstäbe aus einem temperaturunabhängigen Material hergestellt sein, beispielsweise aus Konstantan. Eine bevorzugte Ausführungsform besteht jedoch darin, daß die Vorschalt-
15 widerstände aus einem Material mit positivem Temperaturkoeffizient hergestellt werden, so daß sich ihr Widerstand mit zunehmender Temperatur vergrößert. Dadurch ergibt sich zusätzlich eine automatische Beeinflussung der Drehzahl des Ventilators 20 in Abhängigkeit von der
20 Temperatur des Speicherkerns 12. Wenn die Speicherkern-temperatur hoch ist, ist der eingeschaltete Vorwiderstand groß, so daß die Drehzahl des Ventilators 20 verringert ist. Mit zunehmender Abkühlung des Speicherkerns 12 nimmt der Widerstandswert des eingeschalteten Vor-
25 schaltwiderstands ab, so daß die Drehzahl des Ventilators 20 zunimmt. Die geringere Temperatur der dem Wärmetauscher 22 zugeführten Warmluft wird daher durch eine vergrößerte Luftfördermenge kompensiert, so daß die in der gleichen Schaltstufe überführte Heizleistung etwa
30 konstant bleibt.

Bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel sind zwei Vorschaltwiderstände vorgesehen, so daß die Stufenschalteinheit drei Schaltstufen für die Ventilator-dreh-
35 zahl aufweist. Es ist natürlich möglich, auch mehr

Vorschaltwiderstände und eine dementsprechend größere Anzahl von Schaltstufen vorzusehen, doch ist die mit zwei Vorschaltwiderständen erzielbare Entladeregulung bereits so fein, daß sie für die meisten Anwendungs-
5 zwecke ausreicht.

Umgekehrt ist es auch möglich, nur einen einzigen Vorschaltwiderstand vorzusehen, wodurch sich zwei Schaltstufen ergeben. Wenn ein solcher einziger Vorschalt-
10 widerstand in der zuvor beschriebenen Weise aus einem Material mit positiven Temperaturkoeffizient hergestellt wird, ergibt sich infolge der zusätzlichen automatischen Drehzahlregelung in Abhängigkeit von der Speicherkern-
temperatur eine sehr präzise Regelung der Vorlauftempe-
15 ratur.

Schließlich ist die Anwendung der beschriebenen Entlade-
regelung auch nicht auf den Fall beschränkt, daß die Wärmeabgabe aus der vom Ventilator umgewälzten Luft
20 mittels eines Wärmetauschers erfolgt. Die Anordnung eignet sich auch für Anlagen, bei denen die umgewälzte Luft auf andere Weise zur Heizung verwendet wird, beispielsweise im Falle einer Warmluftheizung direkt in
den zu heizenden Raum geblasen wird.

25 Der Entladeregler kann gemäß dem Schaltbild von Fig. 2 aus herkömmlichen diskreten elektronischen Schaltungsbestandteilen aufgebaut sein. Für den Fachmann ist es jedoch offensichtlich, daß zumindest ein Teil dieser
30 elektronischen Schaltungen, insbesondere der Funktionsgenerator 52, die Summierschaltung 58, der Integrator 60 und der Diskriminatorteil der Stufenschalteinheit 65, entsprechend der neueren Technologie durch einen geeignet programmierten Mikrocomputer gebildet werden kann.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Anordnung zur Regelung der Entladung eines Wärmespei-
chers mit einem aufladbaren Speicherkern, einem durch
einen Elektromotor antreibbaren Ventilator, der Luft durch
den Speicherkern bläst, und mit einem elektrischen Ent-
5 laderegler, der die Drehzahl des Ventilatormotors in
Abhängigkeit von dem Wärmebedarf regelt, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der elektrische Entladeregler (35) wenig-
stens einen Vorschaltwiderstand (40, 41) enthält, der
zur Drehzahlregelung in den Stromkreis des Ventilator-
10 motors (21) einschaltbar ist, und daß der bzw. jeder
Vorschaltwiderstand (40, 41) als zusätzlicher Heizwider-
stand im Speicherkern (12) angeordnet ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
15 daß der bzw. jeder Vorschaltwiderstand (40, 41) als
Heizstab ausgebildet ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der bzw. jeder Vorschaltwiderstand (40,
20 41) aus einem Material mit positivem Temperaturkoeffi-
zient gebildet ist.

4. Verfahren zum Betrieb einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Soll-Temperatur mit der Ist-Temperatur verglichen wird, daß die Abweichung zwischen Soll-Temperatur und Ist-Temperatur über die Zeit integriert wird, und daß die Ventilator-
5 drehzahl jeweils durch Wegschaltung eines Vorschaltwiderstands (40, 41) erhöht wird, wenn das Integral einen zugeordneten oberen Schwellenwert erreicht, und durch Zuschaltung eines Vorschaltwiderstands (40, 41) verringert
10 wird, wenn sich das Integral auf einen zugeordneten unteren Schwellenwert verringert hat.

5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 3 bei einer Warmwasserheizung, die einen zwischen
15 Rücklauf und Vorlauf eingeschalteten Wärmetauscher enthält, der in dem vom Ventilator umgewälzten Luftstrom liegt, gekennzeichnet durch einen Sollwertgeber (36, 52), der ein dem Sollwert der Vorlauftemperatur entsprechendes Sollwertsignal liefert, einen Vorlauftemperaturfühler
20 (37), der ein dem Istwert der Vorlauftemperatur entsprechendes elektrisches Istwertsignal liefert, eine Subtrahierschaltung, die das Sollwertsignal und das Istwertsignal empfängt und ein der Differenz dieser Signale entsprechendes Abweichungssignal liefert, einen Integrator (60), der das Abweichungssignal empfängt und eine
25 dem Zeitintegral des Abweichungssignals entsprechende Integralspannung liefert, und mit einer Stufenschalt-einheit (65), die die Integralspannung empfängt und die Zu- und Wegschaltung der Vorschaltwiderstände (40, 41)
30 in Abhängigkeit davon steuert, ob die Integralspannung festgelegte Schwellenwerte über- bzw. unterschreitet.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwertgeber einen Funktionsgenerator (52) enthält, der das von der Außentemperatur abhängige elektrische Ausgangssignal eines Witterungsfühlers (36) empfängt und ein nach einer vorgegebenen Funktion davon abhängiges Sollwertsignal abgibt.
7. Anordnung nach Anspruch 5 oder 6, gekennzeichnet durch einen Vorlauftemperaturbegrenzer (75), der einerseits das Ausgangssignal des Vorlauftemperaturfühlers (37) und andererseits eine eingestellte Begrenzungsschwellenspannung empfängt und eine Spannung liefert, wenn das Ausgangssignal des Vorlauftemperaturfühlers (37) die Begrenzungsschwellenspannung überschreitet, und daß die Ausgangsspannung des Vorlauftemperaturbegrenzers (75) dem Integrator (60) im Sinne einer Verringerung des Zeitintegrals zugeführt wird.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, gekennzeichnet durch einen Raumtemperaturbegrenzer (80), der einerseits das Ausgangssignal eines Raumtemperaturfühlers (38) und andererseits eine eingestellte Begrenzungsschwellenspannung empfängt und eine Spannung liefert, wenn das Ausgangssignal des Raumtemperaturfühlers (38) die Begrenzungsschwellenspannung überschreitet, und daß die Ausgangsspannung des Raumtemperaturbegrenzers (80) dem Integrator (60) im Sinne einer Verringerung des Zeitintegrals zugeführt wird.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ihre elektrischen Schaltungen wenigstens teilweise durch einen geeignet programmierten Mikrocomputer gebildet sind.

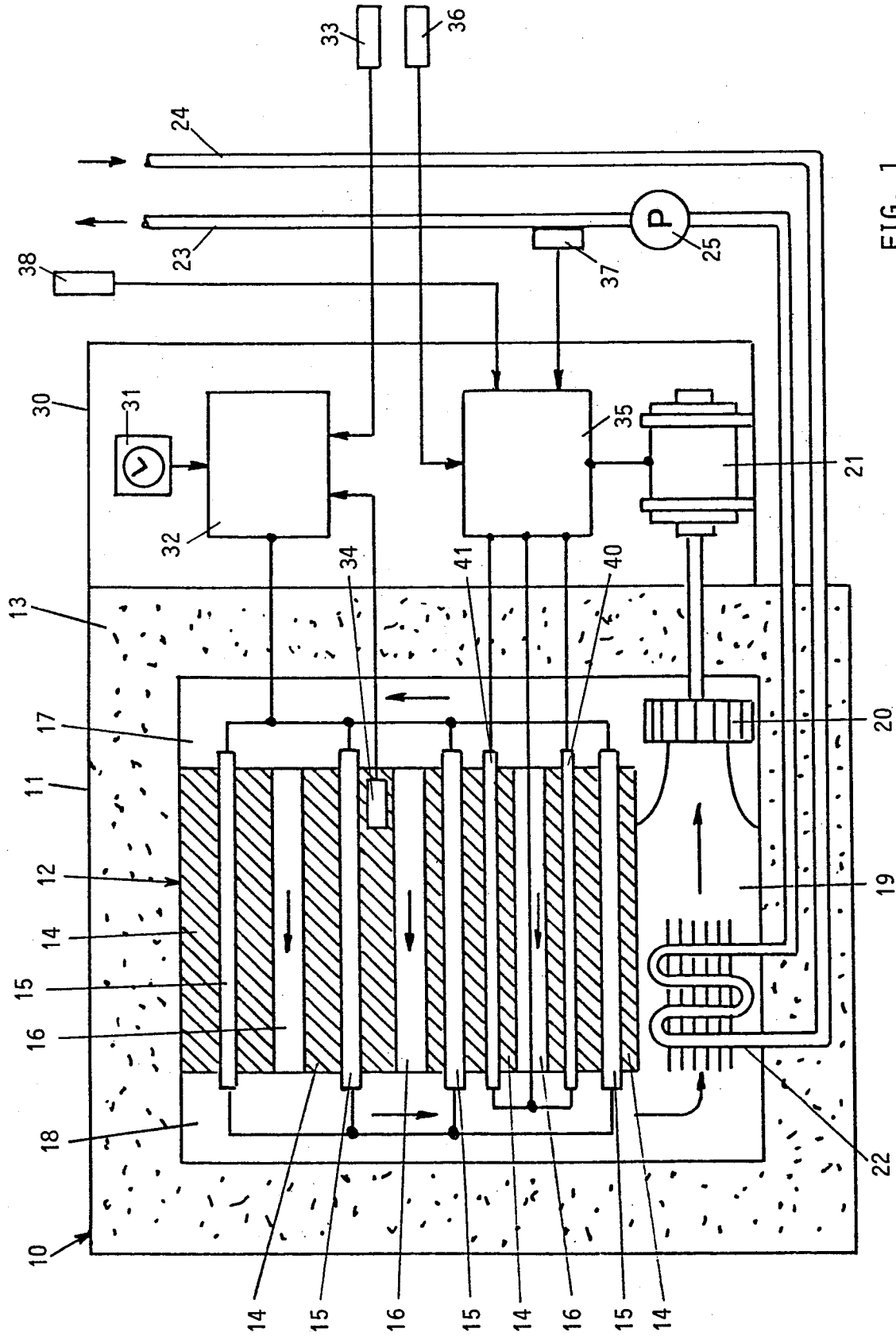


FIG. 1

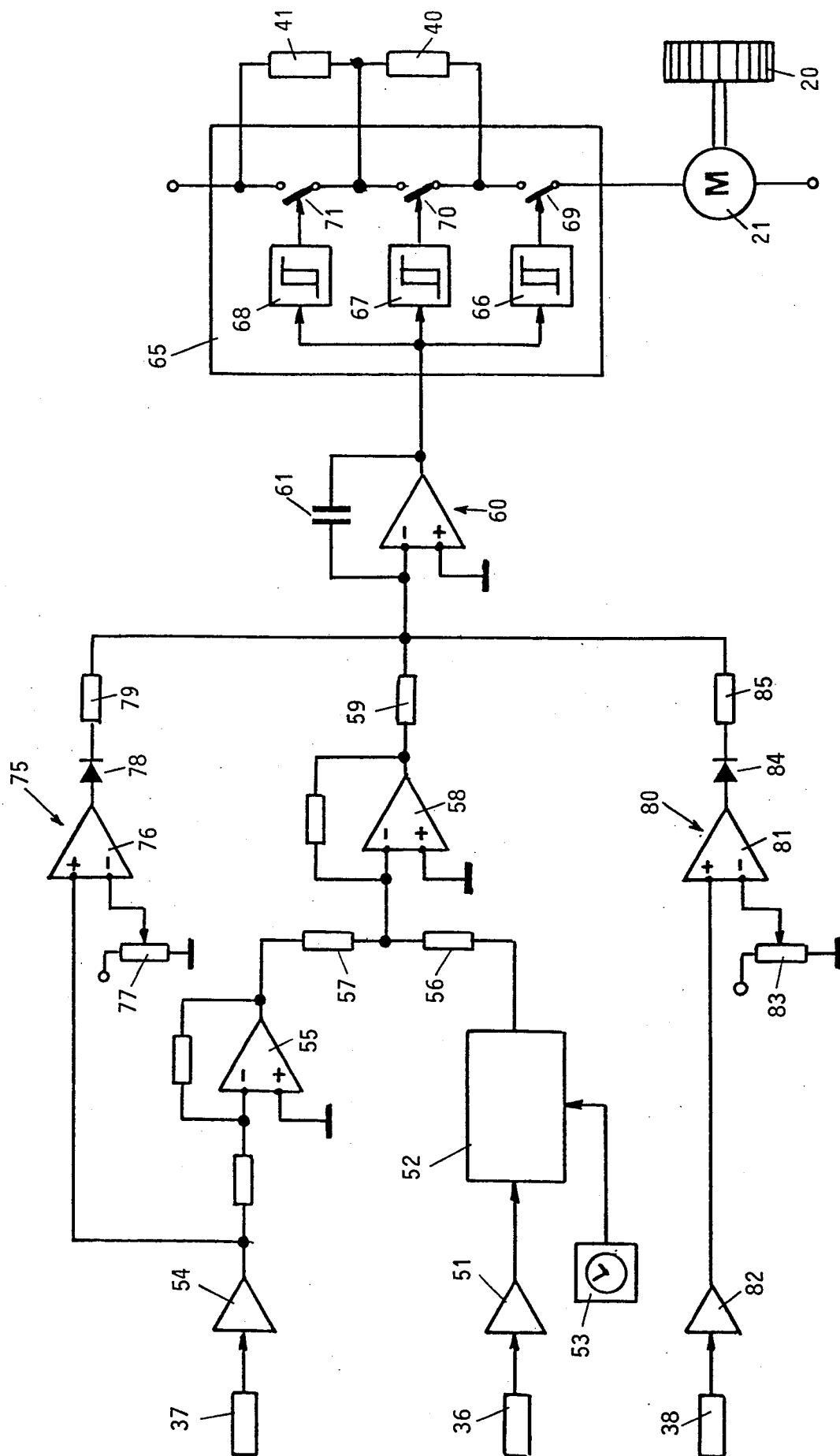


FIG. 2

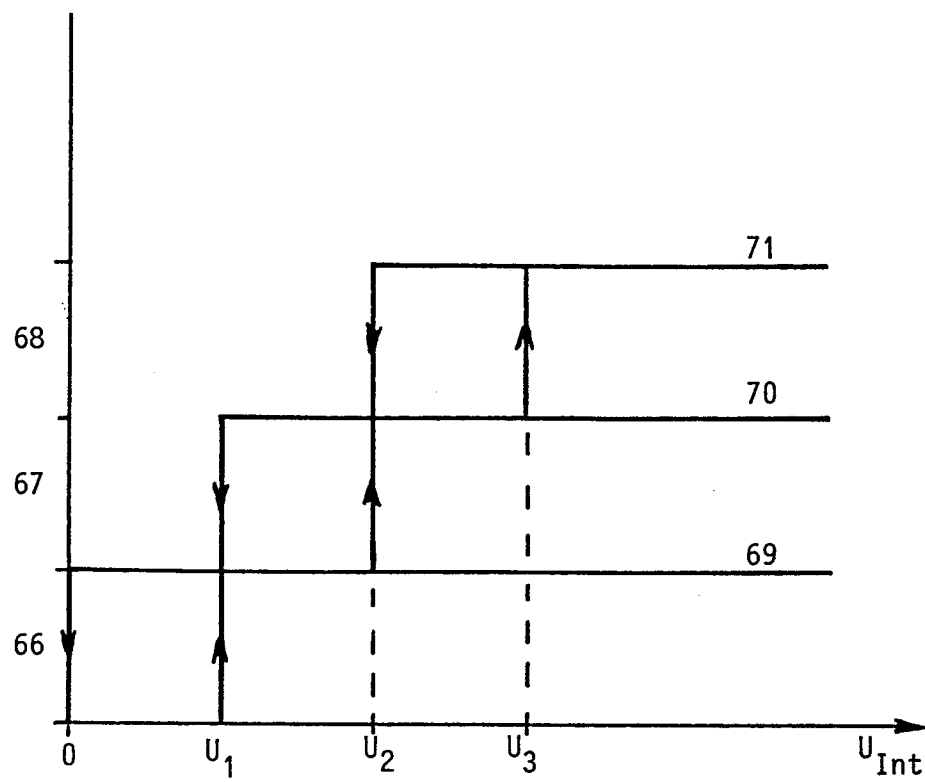


FIG. 3