



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 677 572 A5  
51 Int. Cl.<sup>5</sup>: H 05 K 7/20

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

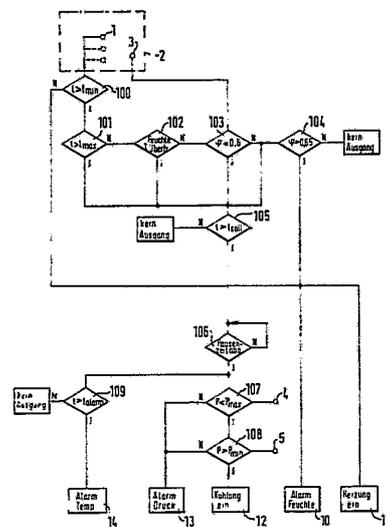
12 PATENTSCHRIFT A5

|  |   |
|--|---|
| <p>21 Gesuchsnummer: 869/89</p> <p>22 Anmeldungsdatum: 08.03.1989</p> <p>30 Priorität(en): 01.04.1988 DE 3811189</p> <p>24 Patent erteilt: 31.05.1991</p> <p>45 Patentschrift veröffentlicht: 31.05.1991</p> | <p>73 Inhaber:<br/>Süddeutsche Kühlerfabrik Julius Fr. Behr GmbH &amp; Co. KG, Stuttgart-Feuerbach (DE)</p> <p>72 Erfinder:<br/>Kunberger, Ottokar, Dipl.-Ing.,<br/>Kornthal-Münchingen 2 (DE)<br/>Pfender, Conrad, Dr.-Ing., Kornthal-Münchingen 2 (DE)</p> <p>74 Vertreter:<br/>R. A. Egli &amp; Co., Patentanwälte, Zürich</p> |
|--|---|

54 Verfahren zur Klimaregelung in elektrischen Schaltschränken.

57 Ein Verfahren zur Klimaregelung in elektrischen Schaltschränken, in denen eine mittels eines Schalters ein- und abschaltbare Kühleinrichtung vorgesehen und ferner mindestens ein Temperaturfühler angeordnet ist, der zur Ableitung eines Signals bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur im Schaltschrank dient, soll eine kombinierte Temperatur-/Feuchteregelung schaffen, wobei insbesondere das Überschreiten eines maximal zulässigen Wertes für die relative Feuchte vermieden werden soll, um die Bauteile bzw. Aggregate in dem elektrischen Schaltschrank vor negativen Wirkungen eines zu hohen Wertes der relativen Feuchte, insbesondere vor Korrosion und/oder Kurzschlüssen zu schützen.

Hierzu wird bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur ( $t_{\text{sol}}$ ) im Schaltschrank die Kühleinrichtung eingeschaltet, ein Feuchtefühler im Schaltschrank zur Ableitung eines Signals beim Überschreiten eines bestimmten Wertes der relativen Feuchte verwendet und dann, wenn die relative Feuchte im Schaltschrank einen bestimmten Wert überschreitet, die Kühleinrichtung abgeschaltet bzw. auch bei Vorliegen des das Überschreiten einer bestimmten Temperatur anzeigenden Signals nicht eingeschaltet.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Klimaregelung in elektrischen Schaltschränken, in denen eine mittels eines Schalters ein- und abschaltbare Kühleinrichtung vorgesehen und ferner mindestens ein Temperaturfühler angeordnet ist, der zur Ableitung eines Signals bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur im Schaltschrank dient.

Ein derartiges Verfahren ist aus der DE-OS 3 326 977 bekannt. Das bei Überschreiten einer Temperatur im Schaltschrank auftretende Signal wird dazu verwendet, einen Störmelder zu betätigen, da aus dem Vorliegen dieses bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur auftretenden Signals bei der bekanntgewordenen Einrichtung auf eine Fehlfunktion, nämlich ein verschmutztes Filter der dauernd eingeschalteten Kühleinrichtung geschlossen wird. Die Verwendung dieses Signals im Zusammenhang mit einer Feuchterege lung in Schaltschränken ist bei der bekannten Einrichtung nicht vorgesehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine kombinierte Temperatur-/Feuchterege lung für Kühleinrichtungen zur Klimaregelung in elektrischen Schaltschränken zu schaffen. Dabei soll insbesondere das Überschreiten eines maximal zulässigen Wertes für die relative Feuchte vermieden werden, um die Bauteile bzw. Aggregate in dem elektrischen Schaltschrank vor negativen Wirkungen eines zu hohen Wertes der relativen Feuchte, insbesondere vor Korrosion und/oder Kurzschlüssen zu schützen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur im Schaltschrank die Kühleinrichtung eingeschaltet wird, daß im Schaltschrank ferner ein Feuchtefühler zur Ableitung eines Signals beim Überschreiten eines bestimmten Wertes der relativen Feuchte vorgesehen ist und daß, wenn die relative Feuchte im Schaltschrank einen bestimmten Wert überschreitet, die Kühleinrichtung abgeschaltet bzw. auch bei Vorliegen des das Überschreiten einer bestimmten Temperatur anzeigenden Signals nicht eingeschaltet wird.

Verschiedene vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Durch die Erfindung werden also Temperatur und relative Feuchtigkeit der Luft nach Vorgabe von Sollgrößen in Kombination so geregelt, daß sich im Rahmen der vorherrschenden Randbedingungen ein optimales Klima für die elektrischen Geräte im Schaltschrank einstellen kann.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1 ein Flußplan für den Ablauf des Regelungs vorganges;

Fig. 2 die Darstellung der für die Regelung maßgeblichen Größen im h-x-Diagramm.

Fig. 3 ein Blockschaltbild der für den Ablauf nach Fig. 1 erforderlichen Steuerschaltung;

Fig. 4 ein Schaltbild eines in Fig. 3 verwendeten Temperaturmoduls.

Die Erfindung wird anhand des Flußplans für den Regelvorgang beschrieben

Der Regelungsablauf nach Fig. 1 vollzieht sich z.B. in einem Mikrocomputer, an den – über geeignete Schnittstellen – die von dem Temperatur- bzw. Feuchtefühlern gemessene Werte gelangen und der die entsprechenden Steuersignale erzeugt und – ebenfalls wieder über geeignete Schnittstellen – an die angesteuerten Komponenten abgibt (vgl. Fig. 3, 4).

Die Temperatur an einer bestimmten Stelle in einem Schaltschrank 2 wird von einem Temperaturfühler 1 gemessen. Wie gestrichelt angedeutet, können parallel dazu noch weitere Temperaturfühler vorgesehen sein. Ein den Meßwert darstellendes Signal wird im Schritt 100 daraufhin überprüft, ob ein bestimmter Mindesttemperaturwert  $t_{\min}$  überschritten ist. Ist dies nicht der Fall, wird die Heizeinrichtung 11 zugeschaltet. Liegt die Temperatur höher als  $t_{\min}$ , so erfolgt im Schritt 101 die Prüfung, ob eine bestimmte Maximaltemperatur  $t_{\max}$  überschritten ist. Bspw. ist  $t_{\min} = 25^{\circ}\text{C}$  und  $t_{\max} = 40^{\circ}\text{C}$ . Ist  $t$  nicht größer als  $t_{\max}$ , dann läuft der Regelungs vorgang weiter nach Schritt 102. Hier kann noch einmal eine Abfrage erfolgen, ob die Feuchtigkeitsregelung überbrückt werden soll oder nicht. Soll die Feuchtigkeitsregelung normal ablaufen (Ausgang «N»), so erfolgt im Schritt 103 die Überprüfung, ob der mittels des Feuchtigkeitsfühlers 3 im Schaltschrank 2 gemessene Wert für die relative Feuchte  $\phi$  kleiner als ein bestimmter Wert, bspw. 0,6 (= 60%) ist. Ist dies nicht der Fall, beträgt also die relative Feuchte 60% oder mehr, dann läuft die Regelung nach Schritt 104. Das bedeutet zunächst einmal, daß sie nicht nach Schritt 105 läuft, in dessen Folge ggf. die Kühlung eingeschaltet wird. Mit anderen Worten: Ist  $\phi$  60% oder mehr, so erfolgt eine Kühlung, die stets eine Erhöhung der relativen Feuchte mit sich bringt, nicht.

Läuft der Regelungs vorgang von 103 nach 104, weil  $\phi$  gleich oder größer 0,6 ist, dann wird im Schritt 104 abgefragt, ob ein etwas größerer, nämlich um einen Abstand noch erhöhter Feuchtwert, im Beispiel von 0,65 (= 65%), ebenfalls überschritten ist. Ist dies der Fall (Ausgang «j»), dann wird eine Alarmeinrichtung 10 «Alarm Feuchte» betätigt. Gleichzeitig wird die Heizeinrichtung 11 eingeschaltet. Heizung bedeutet aber wiederum Absenkung der relativen Feuchte. Das heißt also, daß im Falle von  $\phi$  größer oder gleich 0,65 Alarm eingeschaltet wird.

Ergibt sich nun im Schritt 103 – anders als im vorhergehenden Absatz angenommen –, daß der Grenzwert 0,6 für die relative Feuchte noch nicht erreicht ist, so geht es weiter im Schritt 105. Es kann jetzt eine Kühlung erfolgen, sofern die Temperatur einen Sollwert  $t_{\text{soll}}$  überschreitet. Die Regelung geht davon aus, daß dieser Sollwert nicht überschritten werden soll. Falls  $t_{\text{soll}}$  überschritten ist, läuft der Regelungsablauf weiter, wobei im nächsten Schritt 106 zunächst eine bestimmte Zeit abgewartet wird. Diese «Pausenzeit» ist erforderlich, um zu vermeiden, daß infolge zu häufigen Schaltens des Kompressors dessen Lebensdauer vermindert wird.

In den Schritten 107 und 108 werden die durch Druckfühler 4 bzw. 5 gemessenen Werte für den Hochdruck im Kühlmittelkreislauf einer Kühleinrichtung bzw. dem Niederdruck im Kühlmittelkreislauf der Kühleinrichtung überprüft. Der Druckfühler 4 wird z.B. durch den Hochdruckpressostat im Kühlmittelkreislauf, der Druckfühler 5 durch den Niederdruckpressostat im Kühlmittelkreislauf gebildet. Der Hochdruckpressostat ist in aller Regel vor dem Expansionsventil, der Niederdruckpressostat hinter dem Verdampfer vorgesehen. Die Prüfung in den Schritten 107 und 108 gewährleistet also die Sicherheit der Kühleinrichtung.  $p_{max}$  beträgt z.B. 18 bar,  $p_{min}$  z.B. 1,5 bar. Ist der Maximalwert  $p_{max}$  nicht überschritten, der Minimalwert  $p_{min}$  nicht unterschritten, dann wird die Kühleinrichtung 12 zur Kühlung des Schaltschranks 2 eingeschaltet. Damit wird also die Temperatur abgesenkt, was wiederum u.a. zur Folge hat, daß die relative Feuchte ansteigt. Durch den Entscheidungsschritt 103, der ja stets fortlaufend abläuft, ist aber sichergestellt, daß die Kühleinrichtung abgeschaltet wird, also die Temperatur nicht weiter abgesenkt wird, falls die relative Feuchte den Wert 0,6 erreicht.

Ergibt sich in den Schritten 107 bzw. 108, daß entweder der höchstzulässige Hochdruck  $p_{max}$  erreicht oder aber der mindestens erforderliche Niederdruck  $p_{min}$  nicht gegeben ist, so wird eine Alarmanrichtung 13 «Alarm Druck» betätigt. Parallel zum Ablauf der Schritte 107 und 108 erfolgt im Schritt 109 eine Überprüfung, ob eine «Alarmtemperatur»  $t_{alarm}$  überschritten wird. Ist dies der Fall, so erfolgt die Betätigung einer Alarmanrichtung 14 «Alarm Temperatur».

Ist  $t$  größer als  $t_{max}$ , so wird in Schritt 101 (Ausgang «j») ohne Rücksicht auf die relative Feuchte die Kühleinrichtung 12 nach Durchlaufen der Schritte 105 bis 108 in Gang gesetzt.

Ist in diesem Fall die relative Feuchte  $\phi$  größer als 0,65, was in Schritt 104 überprüft wird, so erfolgt parallel die Betätigung der Alarmanrichtung 10 «Alarm Feuchte».

Fig. 2 zeigt den Regelbereich im Enthalpie-Diagramm (h-x-Diagramm für feuchte Luft). Auf der Ordinate ist die Temperatur in °C, auf der Abszisse der Wassergehalt in Gramm Wasser pro Gramm trockener Luft aufgetragen. Die eingezeichneten parabel-förmigen Kurven entsprechen bestimmten relativen Feuchten. Voll eingezeichnet ist die «Taupunktlinie» für eine relative Feuchte von  $\phi = 1$ . Ferner ist die Linie für die relative Feuchtigkeit  $\phi = 0,6$ , voll eingezeichnet, wobei sie zwischen den Werten für  $t_{min} = 25^\circ$  und  $t_{max} = 40^\circ$  verstärkt ist. Die Obergrenze des schraffierten Regelbereiches bildet  $t_{alarm} = 60^\circ$ .

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild der zur Realisierung des Flußplans nach Fig. 1 erforderlichen Steuerschaltung (Hardware). Diese Steuerschaltung weist einen Temperaturmodul 20 auf, unterteilt in drei Submodule 20-1, 20-2, 20-3, denen je ein Temperaturfühler, wie u.a. der Temperaturfühler 1 (vgl. Fig. 1), zugeordnet ist. Jeder Submodul hat zwei Ausgänge  $Q_{AL}$  und  $Q_{K/L}$ . Am Ausgang  $Q_{AL}$  erscheint ein Signal, wenn die Einrichtung «Alarm Tem-

peratur» 14 betätigt werden soll. Am Ausgang  $Q_{K/L}$  erscheint ein Signal, wenn die Kühleinrichtung eingeschaltet werden soll (siehe 12 in Fig. 1). Die Ausgänge  $Q_{AL}$  sind über Dioden 21 zusammengesaltet und gelangen über zwei invertierende Operationsverstärker 22, 23 an die Basis des Transistors einer Schaltstufe 24, die bei Vorliegen eines Signals das Relais 25 einschaltet, dessen (nicht gezeigter) Arbeitskontakt die Einrichtung «Alarm Temperatur» 14 einschaltet.

Wie erwähnt, führen die Ausgänge  $Q_{K/L}$  ein Ausgangssignal, wenn die Kühlung eingeschaltet werden soll, d.h. wenn  $t > t_{soll}$  (Schritt 105 in Fig. 1) ist. Die Ausgänge  $Q_{K/L}$  der drei Submodule sind auch zusammengesaltet und gelangen über zwei invertierende Operationsverstärker 27, 26 an den Schalttransistor einer Schaltstufe 28, die das Relais 29 einschaltet, welches über seinen (nicht gezeigten) Arbeitskontakt den Schalter «Kühlung ein» 12 (vgl. Fig. 1) betätigt.

Hinter dem Operationsverstärker 27 ist ferner ein RC-Glied 30 geschaltet, über das bei jeder Änderung des Ausgangspegels des Operationsverstärkers 27 einen Impuls abgeleitet wird, der über einen weiteren Operationsverstärker 31 an den IC-Baustein 32 gelangt. Dieser bestimmt die Pausenzeit (vgl. Schritt 106 in Fig. 1), die mit Hilfe des Potentiometers 33 einstellbar ist. Solange diese nicht abgelaufen ist, wird die Diode 34 vom IC-Baustein 32 her derart beaufschlagt, daß an der Basis des Transistors der Schaltstufe 28 eine Signaländerung nicht wirksam werden kann.

Ferner zeigt Fig. 3 den Feuchtemodul 40, an den das Ausgangssignal des Feuchtefühlers 3 (vgl. Fig. 1) gelangt. Vom Ausgang Q des Feuchtemoduls 40 gelangt dann das Signal an die beiden Minus-Eingänge der Operationsverstärker 41, 42. Dort wird das von Q kommende Signal mit fest eingestellten Schwellwerten, die für beide OP-Verstärker 41, 42 in Folge des Widerstandes 43 unterschiedlich sind, verglichen. Die Schaltung ist derart, daß auf der Leitung 44 ein Signal entsteht, wenn die Feuchte größer als 60% beträgt, und ferner auch auf Leitung 45, wenn die Feuchte mehr als 65% beträgt. Die Leitung 44 führt dann an den Spannungsteiler vor der Basis des Transistors der Schaltstufe 28 und verhindert in diesem Fall deren Umschaltung. Eine Feuchte von mehr als 65% verhindert also eine Einschaltung der Kühlung. Steht auch auf Leitung 45 ein Signal, so wird die Schaltstufe 46 geschaltet. Damit zieht das Relais 47 an und schaltet über (nicht gezeigte) Arbeitskontakte die beiden weiteren Schalteinheiten «Alarm Feuchte» 10 und «Heizung ein» 11 (vgl. Fig. 1) ein.

In Fig. 3 ist die Inbetriebnahme der Anzeige «Alarm Druck» 13 nicht gezeigt; sie funktioniert analog, so daß auf die Darstellung verzichtet werden kann.

Ferner zeigt Fig. 3, ohne daß dies im einzelnen noch zu erläutern wäre, an verschiedenen Stellen Leuchtdioden, die auch optisch zur Anzeige bringen, ob eine bestimmte Leitung ein Signal führt oder nicht.

Fig. 4 zeigt beispielhaft den Aufbau des Submo-

duls 20-1. Das von dem Temperaturfühler 1 abgeleitete Signal gelangt über eine R/C-Kombination an einen Operationsverstärker 50 und von dort an die Plus-Eingänge der drei Operationsverstärker 51, 52, 53, die als Komperatoren geschaltet sind. In diesen wird das am Plus-Eingang anliegende Signal mit bestimmten voreingestellten Werten verglichen, die in Fig. 4 eingetragen sind. Am Minus-Eingang des Operationsverstärkers 51 liegt die Spannung  $U_{Alarm} = U_{Soll} + \dots U_2$ ; am Minus-Eingang des Operationsverstärkers 52 liegt die Spannung  $U_{Ein} (heiß) = U_{Soll} + \dots U_1$ ; am Minus-Eingang des Operationsverstärkers 53 liegt die Spannung  $U_{Aus} (kalt) = U_{Soll} - \dots U_1$ .  $U_{Soll}$  wird am Potentiometer 60 eingestellt. Das Potentiometer 60 liegt zwischen zwei OP-Verstärkern 70, 71, an deren Eingängen über Potentiometer 72, 73 abgegriffene unterschiedliche Potentiale anliegen. Das am Potentiometer 60 abgegriffene Potential gelangt an den Plus-Eingang des Operationsverstärkers 61 und ferner über den Operationsverstärker 62 und von dessen Ausgang an den Minus-Eingang des Operationsverstärkers 52. Die Differenz zwischen  $U_{Ein}$  und  $U_{Aus}$ , entsprechend der Temperaturdifferenz zwischen Einschalttemperatur und Ausschalttemperatur des Kühlaggregates «Kühlung ein» 12 (vgl. Fig. 1), wird durch den Spannungsabfall am Widerstand 63 bestimmt (vgl. die Verbindung des Widerstandes 63 mit dem Minus-Eingang des OP-Verstärkers 53). Der Spannungsabfall am Widerstand 63 hängt vom Stromfluß durch den Widerstand 63 ab. Dies wird von der Einstellung des Potentiometers 64 bestimmt. Die Einstellung des Potentiometers 64 bestimmt also die Spannung  $\dots U_1$ .

Gleichermaßen wird die Differenzspannung  $\dots U_2$ , aus der durch Addition zu  $U_{Soll}$  die Alarmspannung  $U_{Alarm}$  entsteht, durch den Stromfluß durch den Widerstand 65 bestimmt, der seinerseits durch die Stellung des Potentiometers 66 bestimmt wird.

Parallel zum Potentiometer 60 sind weitere Potentiometer mit Abgriffen für die Submodule 20-2, 20-3 vorgesehen. Ferner: Die Abgriffe an den Potentiometern 64, 66 weisen noch Anschlüsse auf, die an den entsprechenden Operationsverstärker der Submodule 20-2, 20-3 gehen, so daß in diesen weiteren Einheiten diese Schaltelemente nicht erneut vorgesehen werden brauchen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Klimaregelung in elektrischen Schaltschranken, in denen eine mittels eines Schalters ein- und abschaltbare Kühleinrichtung vorgesehen und ferner mindestens ein Temperaturfühler angeordnet ist, der zur Ableitung eines Signals bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur im Schaltschrank dient, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten einer bestimmten Temperatur ( $t_{Soll}$ ) im Schaltschrank (2) die Kühleinrichtung (12) eingeschaltet wird, daß im Schaltschrank ferner ein Feuchtefühler (3) zur Ableitung eines Signals beim Überschreiten eines bestimmten Wertes der relativen Feuchte vorgesehen ist, und daß, wenn die relative Feuchte im Schaltschrank einen bestimmten

Wert überschreitet, die Kühleinrichtung (12) abgeschaltet bzw. auch bei Vorliegen des das Überschreiten einer bestimmten Temperatur anzeigenden Signals nicht eingeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn der genannte bestimmte Wert der relativen Feuchte zuzüglich eines Abstandes überschritten wird und gleichzeitig die bestimmte Temperatur noch nicht erreicht ist, eine Heizeinrichtung (11) eingeschaltet wird.

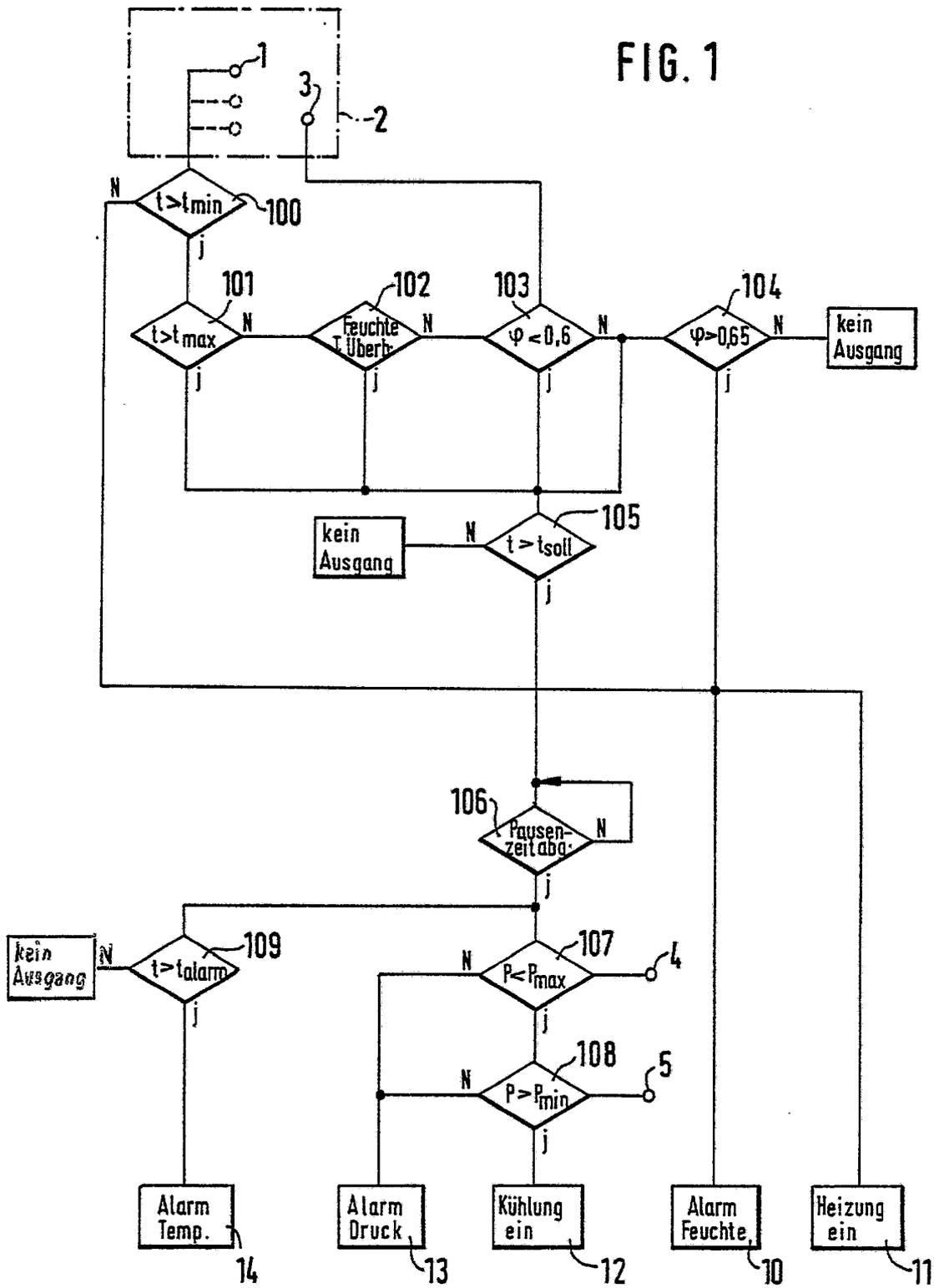
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten des bestimmten Wertes der relativen Feuchte die Kühleinrichtung (12) abgeschaltet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten des Wertes der relativen Feuchte im Schaltschrank zuzüglich des gewissen Abstandes ein Alarmsignal «Alarm Feuchte» (10) und im Falle  $t < t_{max}$  eine Heizeinrichtung (11) eingeschaltet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten einer bestimmten Alarmentemperatur, die höher als die genannte bestimmte Temperatur ist, ein Alarmsignal «Alarm Temperatur» eingeschaltet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Einschalten der Kühleinrichtung (12) der Hochdruck deren Kühlmittelkreislauf und der Niederdruck im Kühlmittelkreislauf derselben abgefragt werden und daß, falls der Hochdruck den maximal zulässigen Hochdruck überschreitet oder der Niederdruck den mindestens erforderlichen Niederdruck unterschreitet, die Kühleinrichtung abgeschaltet wird und ein Alarmsignal «Alarm Druck» betätigt wird.

FIG. 1



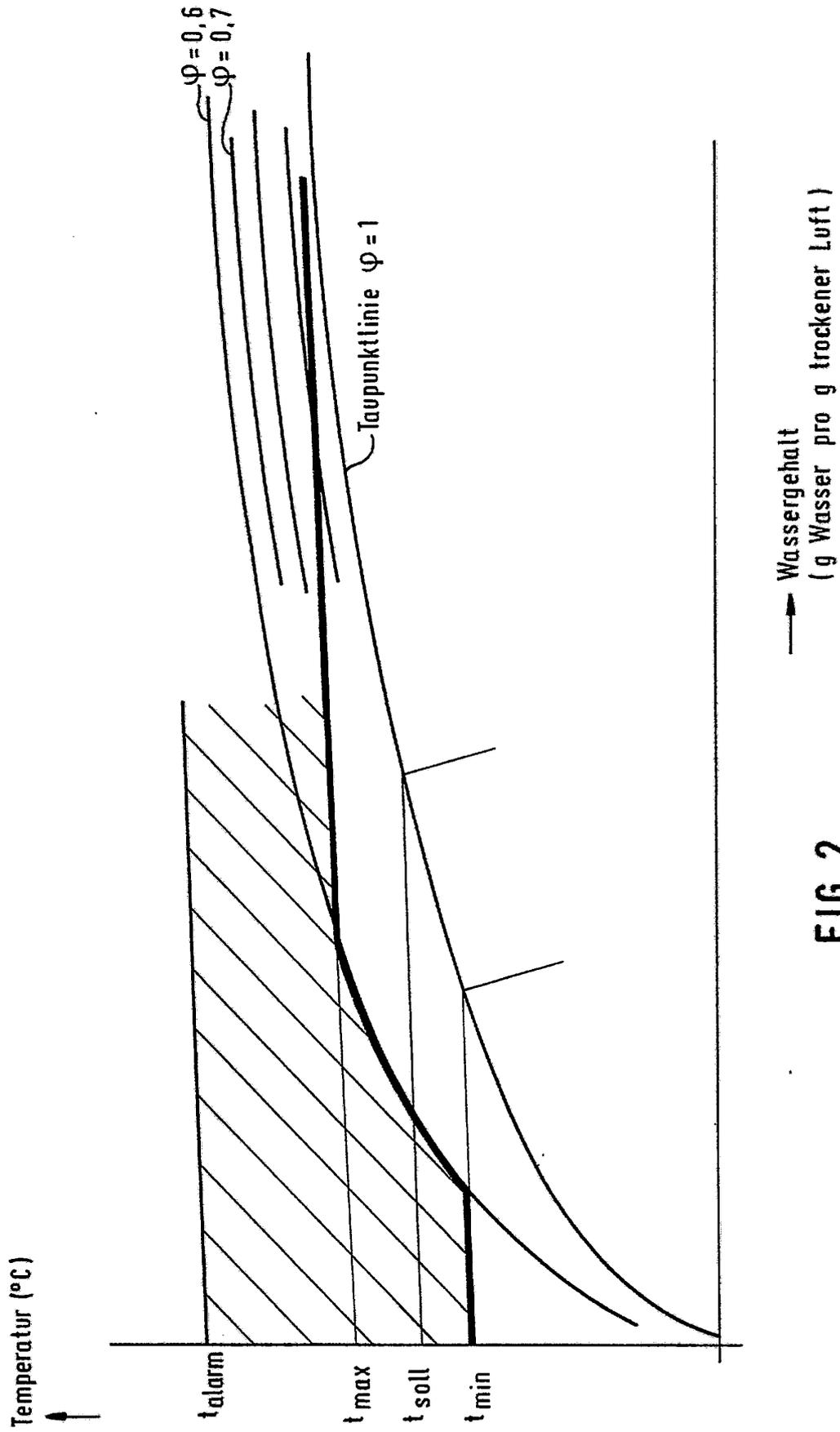


FIG. 2

FIG. 3

