(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 801 405 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.10.1997 Patentblatt 1997/42

(51) Int Cl.[6]: **H01F 27/14**

(21) Anmeldenummer: **97810170.7**

(22) Anmeldetag: **21.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR SE

(30) Priorität: **09.04.1996 DE 19614004**

(71) Anmelder: **MICAFIL Vakuumtechnik AG**
CH-8048 Zürich (CH)

(72) Erfinder: **Gmeiner, Paul**
8966 Lieli (CH)

(74) Vertreter: **Kaiser, Helmut, Dr. et al**
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht (TEI)
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)

(54) Verfahren zur Vortrocknung eines mindestens eine Wicklung und Feststoffisolationen enthaltenden Spulenblocks und Vorrichtungen zur Durchführung dieses Verfahrens

(57) Das Verfahren dient der Vortrocknung eines mindestens eine Wicklung (51) und Feststoffisolationen enthaltenden Spulenblocks (5) in einem gasdichten Gehäuse (1). Die Wicklung wird hierbei unter reduziertem Druck mit Gleichstrom oder niederfrequentem Wechselstrom auf eine obere Wicklungstemperatur aufgeheizt. Parallel dazu werden die Feststoffisolationen mittels im Gehäuse (1) zirkulierender Luft aufgeheizt. Die Temperatur der Luft wird dabei kleiner als die Wicklungstemperatur gehalten. Durch das kombinierte Aufheizen mit Heizstrom und mit zirkulierender Luft wird eine besonders gleichmässige Vortrocknung erreicht und werden zugleich Zeit und Energie eingespart. Zugleich kann die Wicklung während des Vortrocknungsvorgangs unter der Wirkung von Druck stabilisiert und dimensioniert werden.

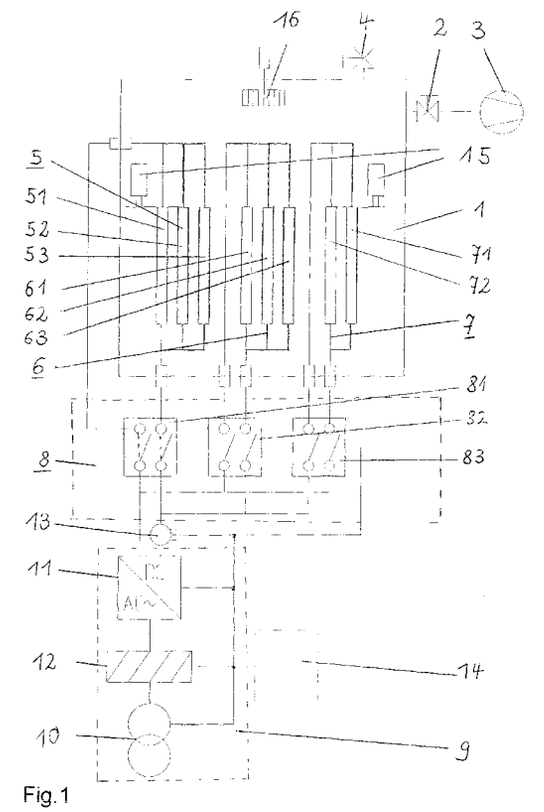


Fig.1

EP 0 801 405 A2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem Verfahren zur Vortrocknung eines mindestens eine Wicklung enthaltenden Spulenblocks, bei dem die mindestens eine Wicklung unter reduziertem Druck in einem gasdichten Gehäuse mit Strom aufgeheizt wird. Ein solches Verfahren wird im allgemeinen dazu verwendet, um den Spulenblock vor dem Einbau in eine elektrische Maschine oder einen elektrischen Apparat, beispielsweise einen Transformator, zu stabilisieren. Bei gleichzeitiger Einwirkung von Druck kann das Verfahren auch dazu verwendet werden, die geometrischen Abmessungen des Spulenblocks an Teile der Maschine oder des Apparates anzupassen, welche den Spulenblock tragen und welche ihn zur Aufnahme von Kurzschlusskräften abstützen.

STAND DER TECHNIK

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist in JP 5006833 A beschrieben. Bei diesem Verfahren wird eine Wicklung eines Spulenblocks unter Vakuum in einem Trockenofen mit Gleichstrom geheizt. Aus dem aufgeheizten Spulenblock tretende Feuchtigkeit wird mittels einer Vakuumeinrichtung aus dem Inneren des Trokkenofens entfernt. Ein Temperaturregler auf der Basis eines Thermoelementes hält die Temperatur des Spulenblocks innerhalb eines für eine rasche und effektive Vortrocknung des Spulenblocks optimalen Bereichs.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung, wie sie in Patentanspruch 1 angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Vortrocknung eines mindestens eine Wicklung und Feststoffisolationen enthaltenden Spulenblocks zu schaffen, welches eine besonders schonende Entfernung von Feuchtigkeit ermöglicht und welches dennoch besonders rasch und energiesparend ausgeführt werden kann.

Das erfindungsgemässe Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die Teile der Feststoffisolationen, welche - wie insbesondere die Barrierenisolation - nicht unmittelbar mit der stromaufgeheizten Wicklung in Berührung stehen, nun nicht nur durch Wärmeleitung sondern zusätzlich auch durch Konvektion und Wärmestrahlung aufgeheizt werden. Daher wird der Spulenblock besonders gleichmässig erwärmt und wird die in den Feststoffisolationen vorhandene Feuchtigkeit äusserst schonend entfernt.

Durch Zirkulation von Luft in dem die Wicklung umschliessenden gasdichten Gehäuse wird die austretende Feuchtigkeit rasch von den Feststoffisolationen des Spulenblocks weggeführt.

Da die Energie zu einem grossen Teil von innen an die Feststoffisolationen des Spulenblocks geführt wird, erwärmt sich der unmittelbar mit dem Stromleiter der Wicklung in Berührung stehende Teil der Feststoffisolationen sehr schnell. Dieser Teil der Feststoffisolationen kann dann rasch einen Teil seiner Wärme an die nicht unmittelbar mit dem Stromleiter der Wicklung in Berührung stehenden Teile der Feststoffisolationen - wie die Barrierenisolationen - weitergeben. Die diese Teile auf die erwünschte Vortrocknungstemperatur führende - beispielsweise in einem Autoklaven erzeugte - thermische Energie ist daher relativ klein. Durch diese Kombination der elektrischen Heizung und der thermischen Heizung mit zirkulierender Luft wird so bei der Durchführung des Vortrocknungsverfahrens Energie und Zeit gespart.

Wird während des Aufheizens vorübergehend der Luftdruck im gasdichten Gehäuse gesenkt, so depolymerisiert in den Feststoffisolationen vorhandenes Papier nicht nennenswert.

Zugleich ist die im gasdichten Gehäuse zirkulierende Luft nur auf eine niedrigere Temperatur als die Temperatur des Spulenblocks aufgeheizt. Daher benötigen im Gehäuseinneren untergebrachte Apparate, wie insbesondere für die Beaufschlagung von Spulenblöcken mit Druck vorgesehene hydraulische Pressvorrichtungen, nur eine geringe Wartung.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung vereinfacht dargestellt, und zwar zeigt:

Fig.1 ein Blockschaltbild einer ersten Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens mit einem drei Spulenblöcke aufnehmenden Autoklaven, einer Gleichstromquelle und einer zwischen den Wicklungen der Spulenblöcke und der Gleichstromquelle angeordneten Umschaltvorrichtung,

Fig.2 ein Diagramm, in dem wichtige Parameter des erfindungsgemässen Verfahrens, wie Stärke des von der Gleichstromquelle abgegebenen Gleichstroms I (angegeben in relativen Einheiten), im Autoklaven herrschender Druck p [bar] sowie die Temperatur [°C] an den Wicklungen (Kurve T_w) und im Autoklaven (Kurve T_a) in Funktion der Zeit t angegeben sind,

Fig.3 ein Blockschaltbild einer zweiten Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens mit einem drei Spulenblöcke aufnehmenden Autoklaven und mit drei Gleichstromquellen, welche jeweils der Heizung eines der drei Spulenblökke dienen, und

Fig.4 ein Blockschaltbild einer dritten Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfah-

rens mit einem Transformator und einem die Transformatorwicklungen mit niederfrequentem Wechselstrom heizenden Wechselstrom-Wechselstrom-Konverter.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

In allen Figuren beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleichwirkende Teile. In der in Fig.1 dargestellten Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens bezeichnet 1 einen vakuumdichten, über ein Durchgangsventil 2 an eine Vakuumpumpe 3 angeschlossenen Autoklaven, welcher über ein Belüftungsventil 4 mit Umluft verbindbar ist. Der Autoklav nimmt drei Wicklungen 51, 52, 53 bzw. 61, 62, 62 bzw. 71, 72 und nicht dargestellte Feststoffisolationen aufweisende Spulenblöcke 5 bzw. 6 bzw. 7 auf. Die Wicklungen, z.B. 51, 52, 53, jedes Spulenblocks, z.B. 5, können gleichartig ausgebildet sein und sind zueinander parallel geschaltet. Zwei Stromanschlüsse an die Wicklungen jedes Spulenblocks sind mittels nicht bezeichneter Durchführungen aus dem Inneren des Autoklaven 1 an eine Umschalt vorrichtung 8 geführt, welche ihrerseits mit dem Ausgang einer Gleichstromquelle 9 in Wirkverbindung steht.

Die Gleichstromquelle 9 weist einen Transformator 10 und einen auf den Umschalter 8 wirkenden Gleichrichter 11 auf sowie einen zwischen den Transformator 10 und den Gleichrichter 11 geschalteten Stufenschalter 12. In einer Verbindungsleitung zwischen dem Ausgang des Gleichrichters 11 und einem Eingang der Schaltvorrichtung 8 ist ein Strom- und Spannungswandler 13 angeordnet. Die Ausgangssignale des Strom- und Spannungswandlers 13 wirken auf eine Steuervorrichtung 14. Diese Steuervorrichtung steht in Wirkverbindung mit dem Transformator 10, dem Stufenschalter 12, dem Gleichrichter 11 und der Umschaltvorrichtung 8. Im Autoklaven 1 sind ferner eine vorzugsweise hydraulisch wirkende Pressvorrichtung 15 sowie ein Umluftventilator 16 angeordnet.

Diese Vorrichtung wirkt nun wie folgt:
Die im Autoklaven 1 vorgesehenen vorzutrocknenden Spulenblöcke 5, 6, 7 werden ab dem Zeitpunkt t_0 mit Gleichstrom einer durch die Abmessungen der Spulenblöcke bzw. der Wicklungen 51, 52, 53, 61, 62, 63, 71 und 72 vorgegebenen Stärke geheizt. Gleichstrom ist besonders geeignet, da die Heizspannung dann relativ klein gewählt werden kann, und da dann im Unterschied zu Wechselstrom eine Blindleistungskompensation entfällt. Die Stromstärke wird in besonders einfacher Weise über den von der Steuervorrichtung 14 betätigten Stufenschalters 12 eingestellt. Sind alle Wicklungen gleichartig ausgebildet, so wird dies dadurch erreicht, dass drei in der Umschaltvorrichtung 8 vorgesehene Schaltstellen 81, 82 und 83 geschlossen werden. Sind die Wicklungen 51, 52, 53 bzw. 61, 62, 63 bzw. 71, 72 zwar in jedem der Spulenblöcke 5 bzw. 6 bzw. 7 gleichartig ausgebildet und etwa jeweils einer Phase eines Drehstroms zugeordnet, aber in jedem der Spulenblökke unterschiedlich ausgebildet, so werden die Wicklungen der einzelnen Spulenblöcke zeitlich gestaffelt aufgeheizt. Dies wird dadurch erreicht, dass zunächst die beiden Schaltstellen 82 und 83 geöffnet sind und die Schaltstelle 81 geschlossen ist. Nach einer durch eine Überwachung der Wicklungstemperatur vorbestimmten Heizperiode wird dann die Schaltstelle 81 geöffnet und nach Schliessen der Schaltstelle 82 der Spulenblock 6 mit Gleichstrom geheizt. In entsprechender Weise werden so auch der Spulenblock 7 und anschliessend in zyklischer Weise der Reihe nach wieder alle Spulenblöcke geheizt.

Sind die Wicklungen innerhalb eines Spulenblocks ungleichartig beispielsweise als Ober- und als Unterspannungswicklung eines Transformators - ausgebildet, so kann eine der Schaltstellen, beispielsweise 81, mit der Oberspannungswicklung und eine andere der Schaltstellen, beispielsweise 82, mit der Unterspannungswicklung verbunden werden. Die in einem einzigen Spulenblock vorgesehenen Wicklungen können dann zeitlich gestaffelt aufgeheizt werden.

Die Wicklungstemperatur kann indirekt über die vom Strom- und Spannungswandler ausgegebenen Strom- und Spannungswerte des Gleichstroms oder aus einer Messung des elektrischen Widerstands der Wicklungen ermittelt werden. Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, diese Temperatur durch Sensoren zu ermitteln, welche durch das Autoklavengehäuse an die betreffenden Wicklungen geführt sind.

Parallel zum Heizen der Wicklungen mit Gleichstrom wird die im Autoklaven 1 befindliche Luft unter reduziertem Druck aufgeheizt. Zu diesem Zweck wird das Belüftungsventil 4 geschlossen und der Luftdruck im Autoklaven durch Abpumpen von Luft über das geöffnete Durchgangsventil 2 und die Vakuumpumpe 3 auf einige hundert mbar, beispielsweise 500 mbar, reduziert. Durch die Reduktion des Luftdrucks wird das Abdampfen von Feuchtigkeit aus den Feststoffisolationen der Spulenblöcke erleichtert. Für eine ausreichende Abdampfrate sollte der Luftdruck kleiner als Atmosphärendruck sein und vorzugsweise zwischen 950 und 500 mbar liegen.

Gleichzeitig werden der Autoklav 1 und damit auch die im Autoklaven befindliche Luft aufgeheizt. Durch das kombinierte Heizen mit Gleichstrom und mit Luft wird erreicht, dass die zum Vortrocknen der Feststoffisolationen der Spulenblöcke erforderliche Wärme gleichzeitig von innen als auch von aussen zugeführt wird. Dadurch wird eine besonders rasche und schonende Trocknung erreicht. In den Feststoffisolationen gebundenes Wasser wird von den aufgeheizten Wicklungen weg nach aussen an die Oberflächen der Feststoffisolationen geführt und als Wasserdampf von der Luft aufgenommen. Durch Zirkulation der Luft mit Hilfe des Umluftventilators wird erreicht, dass Teile der Feststoffisolationen, wie beispielsweise zwischen zwei Wicklungen angeordnete Barrierenisolationen, die nicht unmittelbar mit einer

Wicklung des Spulenblocks in Berührung stehen, besonders rasch und in gleichmässiger Weise aufgeheizt werden, und dass das aus den Feststoffisolationen austretende Wasser schnell von den Spulenblöcken entfernt wird. Hierbei ist es besonders zu empfehlen, den zirkulierenden Luftstrom so zu führen, dass er zwischen den einzelnen Spulenblöcken 5, 6, 7 von unten nach oben strömt. Durch die Reduktion des Luftdrucks wird der Austritt von Wasser aus den Feststoffisolationen begünstigt.

Zum Zeitpunkt t_1 wird während des Aufheizens der Luftdruck im Autoklaven 1 mittels der Vakuumpumpe 3 auf unter 500 mbar, aus Gründen der Wirtschaftlichkeit aber höchstens auf 0,1 mbar, abgesenkt. Gleichzeitig wird auch die Stromstärke des Gleichstroms vergrössert. Dies vor allem deswegen, da infolge des abgesenkten Druckes im Autoklaven 1 vermehrt Wasser aus den Feststoffisolationen verdampft.

Zum Zeitpunkt t_2, wenn der Luftdruck im Autoklaven 1 auf einige mbar abgesenkt und ein grosser Teil der von der Luft aufgenommen Feuchtigkeit abgepumpt worden ist, wird das Durchgangsventil 2 geschlossen und durch kontrolliertes Öffnen des Belüftungsventils 4 der Luftdruck im Autoklaven 1 wieder auf den konstanten Wert von beispielsweise 500 mbar angehoben. Sobald der Luftdruck diesen Wert erreicht hat, ist zum Zeitpunkt t_3 ein erster Aufheizzyklus beendet.

Zum Zeitpunkt t_3 beginnt ein neuer Aufheizzyklus. Zunächst wird die Stromstärke des Gleichstroms verringert. Sie wird so eingestellt, dass sie kleiner ist als im zuvor gefahrenen Zyklus. Dies ist dadurch bedingt, dass zum einen nicht mehr soviel Wasser aus den Feststoffisolationen zu entfernen ist wie zu Beginn des Aufheizens, und dass zum anderen der Autoklav 1 schon nahezu auf seine Zieltemperatur, von beispielsweise 70 oder 80°C, aufgeheizt ist. Während des zweiten Zylus werden die Wicklungen durch den Gleichstrom und entsprechend die Feststoffisolationen durch Wärme weiter aufgeheizt, welche von den Wicklungen und der Umluft abgeben wird. In diesem Zyklus erreicht der Autoklav 1 seine Endtemperatur. Die Heizung des Autoklaven wird nun so gedrosselt, dass seine Temperatur T_a konstant auf Endtemperatur bleibt.

Nach einem oder mehreren weiteren Zyklen wird zum Zeitpunkt t_4 eine obere Wicklungstemperatur erreicht. Der Luftdruck in Autoklaven wird nun kontinuierlich abgesenkt. Stärke und Dauer des Gleichstroms werden derart eingestellt, dass die obere Wicklungstemperatur konstant gehalten wird. Dies wird dadurch erreicht, dass beim Halten der Wicklungen auf der oberen Wicklungstemperatur der Gleichstrom unterbrochen wird, wenn die Temperatur T_w der Wicklungen die obere Wicklungstemperatur um einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Sinkt bei unterbrochenem Gleichstrom die Wicklungstemperatur T_w unter einen vorgegebenen unteren Grenzwert, so wird der Gleichstrom wieder eingeschaltet. Zum Zeitpunkt t_4 wird der Autoklav 1 durch weitere Reduzierung der Heizung langsam abgekühlt. Ab dem Zeitpunkt t_4 wird praktisch unter Vakuum mit geringer Energiezufuhr die restliche Feuchtigkeit aus den Feststoffisolationen entfernt.

Während der gesamten Aufheizphase und während des Haltens der Wicklungen auf der oberen Wicklungstemperatur werden die Spulenblöcke mit einem gleichmässig wirkenden Pressdruck beaufschlagt wird. Dieser Pressdruck wird durch die Pressvorrichtung 15 erzeugt und kann entsprechend dem Luftdruck im Autoklaven pulsierend wirken. Durch den Pressdruck werden die Spulenblöcke stabilisiert und an vorgebenene Bemessungen angepasst.

Nach dem Aufheizen und dem nachfolgenden Stabilisieren sind die Spulenblöcke ausreichend vorgetrocknet und können nach Abkühlen und Öffnen des Autoklaven in dafür vorgesehene elektrische Apparate oder Maschinen eingebaut werden.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens entfällt die Umschaltvorrichtung 8 und werden die drei Spulenblöcke 5, 6, 7, jeweils von einer von drei Gleichstromquellen 9, 9', 9'' aufgeheizt. Diese Gleichstromquellen enthalten jeweils einen Gleichrichter, einen Transformator und einen zwischen den Transformator und den Gleichricher geschalteten Stufenschalter. Die für die Temperaturbestimmung erforderlichen Messdaten liefern drei Strom- und Spannungswandler 13, 13', 13'', welche in der Stromzufuhr zu jeweils einem der drei Spulenblöcke 5, 6, 7 angeordnet sind. Mit dieser Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung können drei unterschiedlich ausgebildete Spulenblöcke gleichzeitig mit Gleichstrom aufgeheizt und auf Temperatur gehalten werden.

Die in den Figuren 1 und 3 dargestellten Gleichstromquellen 9, 9' und 9'' müssen nicht notwendigerweise einen Transformator mit einem nachgeschalteten Stufenschalter enthalten. Sie können auch einem regelbaren Transformator aufweisen, dessen regelbare Ausgangsspannung unmittelbar an den Eingang des Gleichrichters geführt ist.

Bei der in Fig.4 dargestellten Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens wird als Heizstrom ein dreiphasiger niederfrequenter Wechselstrom mit Frequenzen von ca. 0,1 bis ca. 20 Hz verwendet. Dieser Strom wird von einem AC-AC-Konverter 90 geliefert und über nicht bezeichnete Durchführungen durch die Wand eines entsprechend dem Autoklaven 1 gasdicht ausgeführten Gehäuses 1' eines Transformators 100 an dessen beispielsweise als Stern geschaltete Primärwicklungen 101 geführt. Die Sekundärwicklungen 102 des Transformators 100 sind kurzgeschlossen. Die Wicklungen 101 und 102 sind Teil eines Feststoffisolationen und einen magnetischen Kern enthaltenden Spulenblocks 103. Zusätzlich wird entsprechend den zuvor beschriebenen beiden Vorrichtungen mit zirkulierender Luft aufgeheizt. Aufgeheizte Luft wird mit Vorteil über das Belüftungsventil 4 zugeführt und durch den Umluftventilator 16 im ganzen Gehäuse 1' verteilt.

Durch die Kombination der niederfrequenten Wechselstromheizung und der thermisch aufgeheizten Luft wird eine besonders effiziente Vortrocknung des Feststoffisolationen, den magnetischen Kern und die Wicklungen 101 und 102 enthaltenden Spulenblocks des Transformators 100 erreicht.

Bezugszeichnungsliste

1	Autoklav
2	Durchgangsventil
3	Vakuumpumpe
4	Belüftungsventil
5, 6, 7	Spulenblöcke
8	Umschaltvorrichtung
9, 9', 9''	Gleichstromquellen
10	Transformator
11	Gleichrichter
12	Stufenschalter
13, 13', 13''	Strom- und Spannungswandler
14	Steuervorrichtung
15	Pressvorrichtung
16	Umluftventilator
51, 52, 53, 61, 62, 63, 71, 72	Wicklungen
81, 82, 83	Schaltstellen
90	AC-AC-Konverter
100	Transformator
101, 102	Wicklungen
103	Spulenblock

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vortrocknung eines mindestens eine Wicklung (51, 52, 53, 61, 62, 63, 71, 72; 101, 102) und Feststoffisolationen enthaltenden Spulenblocks (5, 6, 7; 103), bei dem die mindestens eine Wicklung unter reduziertem Druck in einem gasdichten Gehäuse (1, 1') mit Strom (I) aufgeheizt wird, dadurch gekennzeichnet, dass während des Aufheizens der Wicklung auf eine obere Wicklungstemperatur parallel zum elektrischen Aufheizen die Feststoffisolationen aufgeheizt werden mittels im Gehäuse (1, 1') zirkulierender Luft, welche auf eine Temperatur kleiner als die Wicklungstemperatur (T_w) erwärmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während des Heizens der Luftdruck (p) im Gehäuse (1, 1') zyklisch abgesenkt und erhöht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftdruck (p) während des überwiegenden Teils eines Druckzyklus auf einem annähernd konstanten Wert von 500 bis zu 950 mbar gehalten wird, danach auf einen Wert von 0,1 bis 500 mbar abgesenkt und sodann rasch wieder auf den konstanten Wert angehoben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass während des Absenkens und Anhebens des Luftdrucks (p) die Stärke des Heizstroms (I) vergrössert wird.

5. Verfahren nach 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromstärke des Heizstroms (I) in aufeinanderfolgenden Druckzyklen verringert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Aufheizen der Wicklung auf die obere Wicklungstemperatur der Luftdruck kontinuierlich abgesenkt wird, und die Stärke und Dauer des Heizstroms derart eingestellt werden, dass die obere Wicklungstemperatur konstant gehalten wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass beim Halten der mindestens einen Wicklung auf der oberen Wicklungstemperatur der Heizstrom unterbrochen wird, wenn die Temperatur (T_w) der mindestens einen Wicklung die obere Wicklungstemperatur um einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Wicklung während des Aufheizens und während des Haltens auf der oberen Wicklungstemperatur mit einem gleichmässig wirkenden Pressdruck beaufschlagt wird.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das gasdichte Gehäuse als Autoklav (1) ausgebildet ist und mindestens eine erste Wicklung (51) oder mehreren gleichartig ausgebildete erste Wicklungen (51, 52, 53) eines Spulenblocks (5, 6, 7) aufnimmt, dass die mindestens eine erste oder die gleichartig ausgebildeten ersten Wicklungen mit einer Gleichstromquelle (9) in Wirkverbindung stehen, dass der Autoklav (1) mindestens eine zweite Wicklung (61, 71) oder mehrere gleichartig ausgebildete zweite Wicklungen (61, 62, 63, 71, 72) aufnimmt, und dass zwischen der mindestens einen ersten und mindestens einen zweiten Wicklung oder den gleichartig ausgebildeten ersten und zweiten Wicklungen und der Gleichstromquelle (9) eine Umschaltvorrichtung (8) angeordnet ist, welche die Gleichstromquelle in einer ersten Heizperiode mit der mindestens einer ersten (51) oder den gleichartig ausgebildeten ersten Wicklungen (51, 52, 53) und in einer nachfolgenden zweiten Heizperiode mit der mindestens einen zweiten (61, 71) oder den gleichartig ausgebildeten zweiten Wick-

lungen (61, 62, 63, 71, 72) in Wirkverbindung bringt.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das gasdichte Gehäuse als Autoklav (1) ausgebildet ist und mindestens eine erste Wicklung (51) oder mehreren gleichartig ausgebildete erste Wicklungen (51, 52, 53) eines Spulenblocks (5, 6, 7) aufnimmt, dass die mindestens eine erste oder die gleichartig ausgebildeten ersten Wicklungen mit einer ersten Gleichstromquelle (9) in Wirkverbindung stehen, dass der Autoklav (1) mindestens eine zweite Wicklung (61, 71) oder mehrere gleichartig ausgebildete zweite Wicklungen (61, 62, 63, 71, 72) aufnimmt, und dass mindestens eine zweite Gleichstromquelle (9', 9'') vorgesehen ist, welche mit der mindestens einen zweiten Wicklung oder den gleichartig ausgebildeten zweiten Wicklungen in Wirkverbindung steht.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass jede Gleichstromquelle (9, 9', 9'') einen Transformator (10) und einen Gleichrichter (11) sowie einen zwischen dem Transformator (10) und dem Gleichrichter (11) angeordneten Stufenschalter (12) aufweist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleichstromquelle (9, 9', 9'') einen Regeltransformator und einen dem Regeltransformator nachgeschalteten Gleichrichter aufweist.

13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das gasdichte Gehäuse das Gehäuse (1') eines Transformators (100) mit einem Primär- (101) und Sekundärwicklungen (102) enthaltenden Spulenblock (103) ist, und dass die Primärwicklungen (101) mit einer niederfrequenten Heizstromquelle (90) in Wirkverbindung stehen.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das gasdichte Gehäuse als Autoklav (1) ausgebildet ist, dass der Autoklav (1) mindestens einen Transformator (100) und/oder mindestens einen Feststoffisolationen, einen magnetischen Kern sowie Primär- (101) und Sekundärwicklungen (102) enthaltenden Spulenblock (103) enthält, und dass die Primärwicklungen (101) des Transformators (100) und/oder des Spulenblocks (103) mit einer niederfrequenten Heizstromquelle (90) in Wirkverbindung stehen.

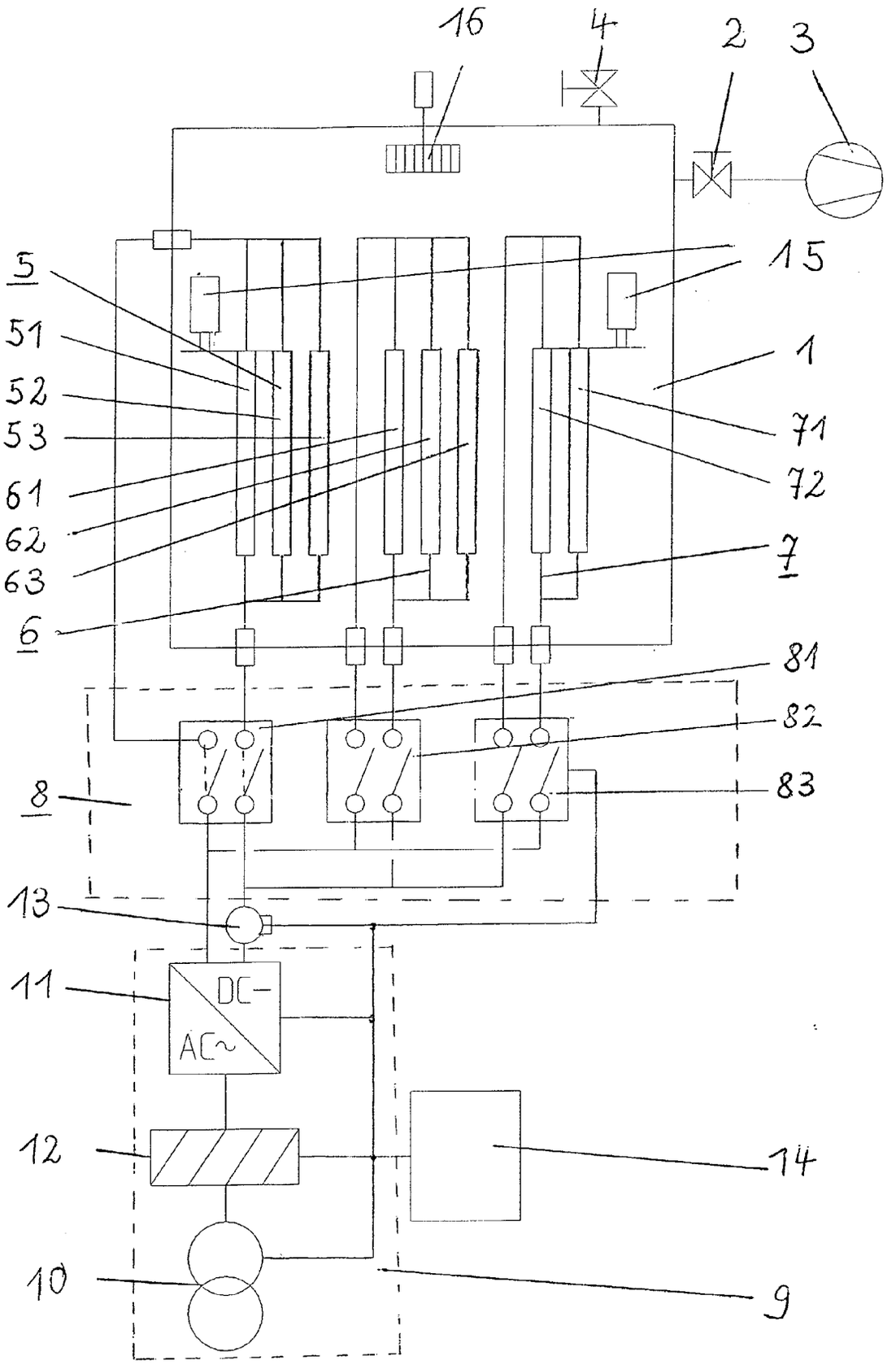


Fig.1

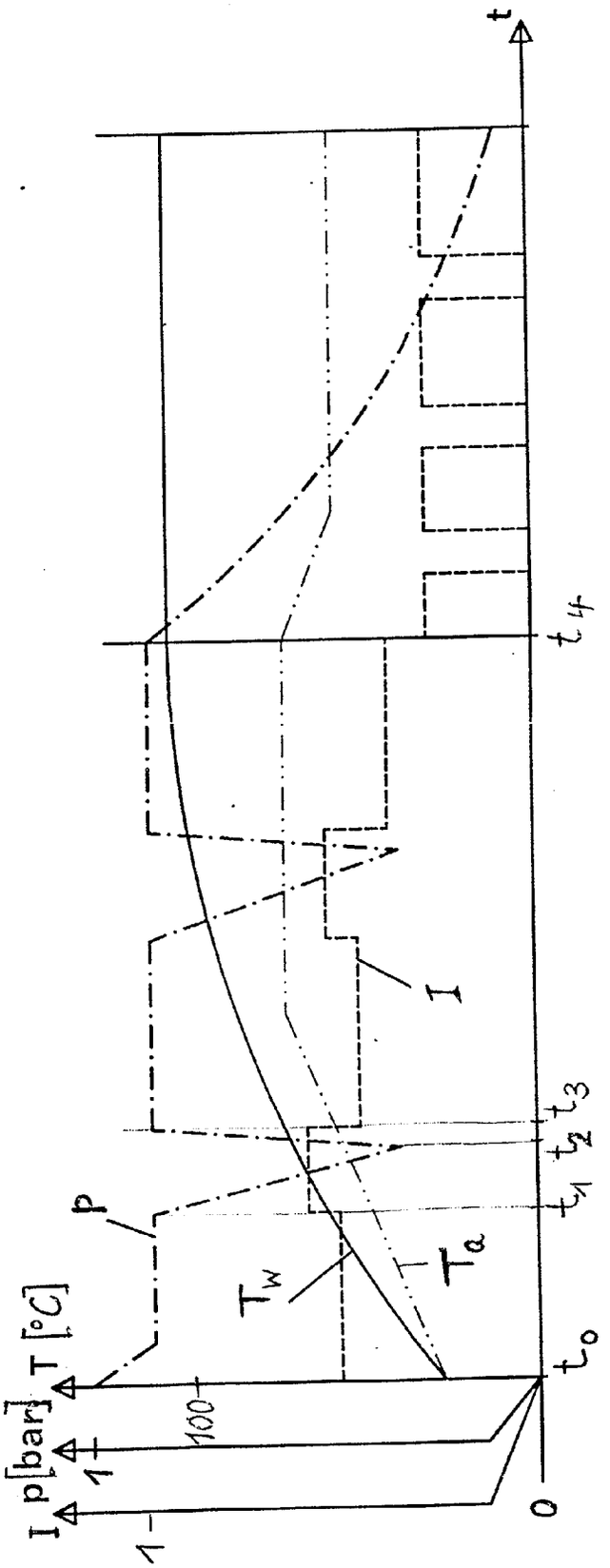


Fig.2

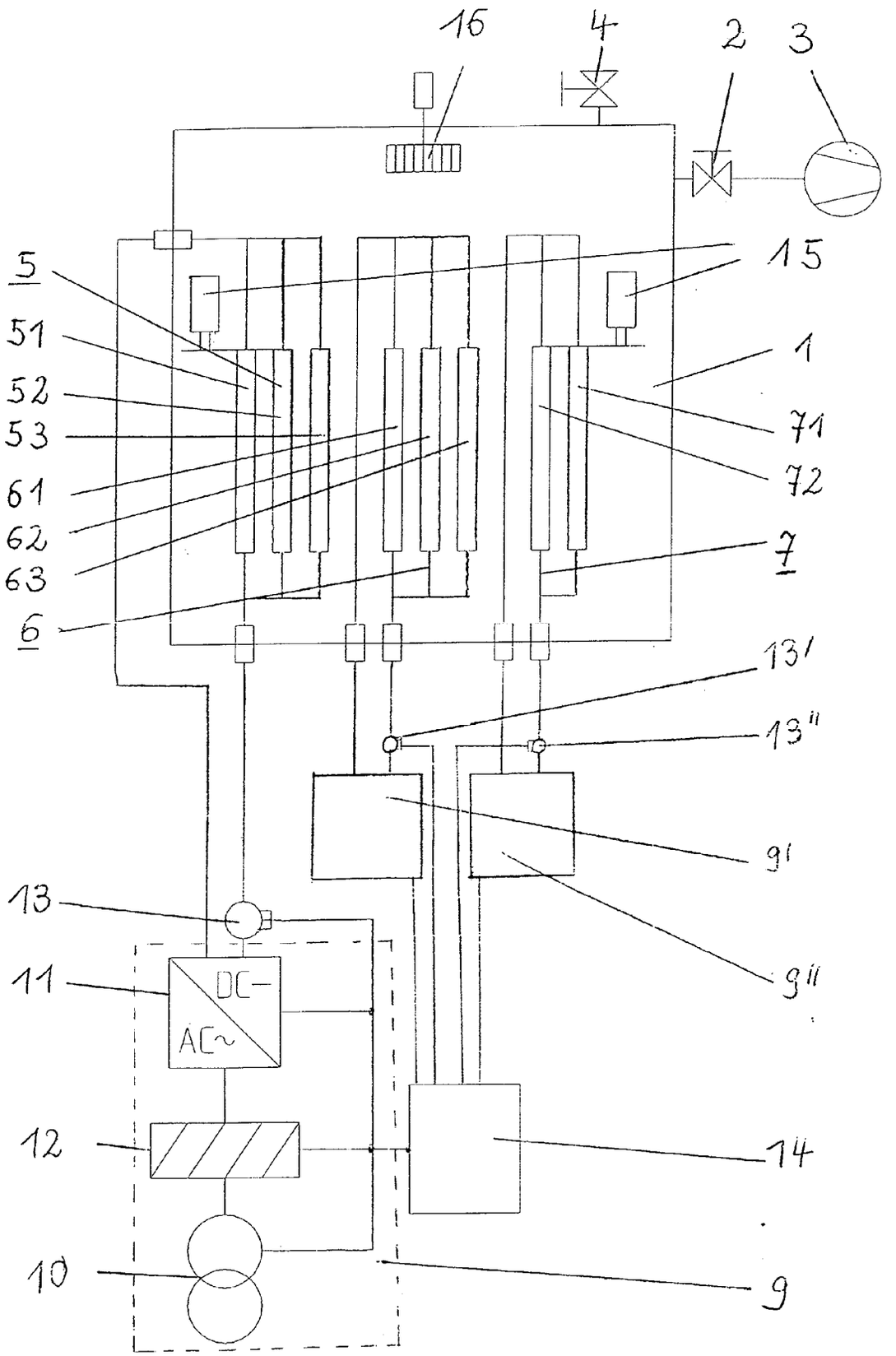

16
4
2
3
5
15
51
1
52
71
53
72
61
62
7
63
6
131
13"
91
13
11
DC
AC~
9"
12
14
10
9

Fig.3

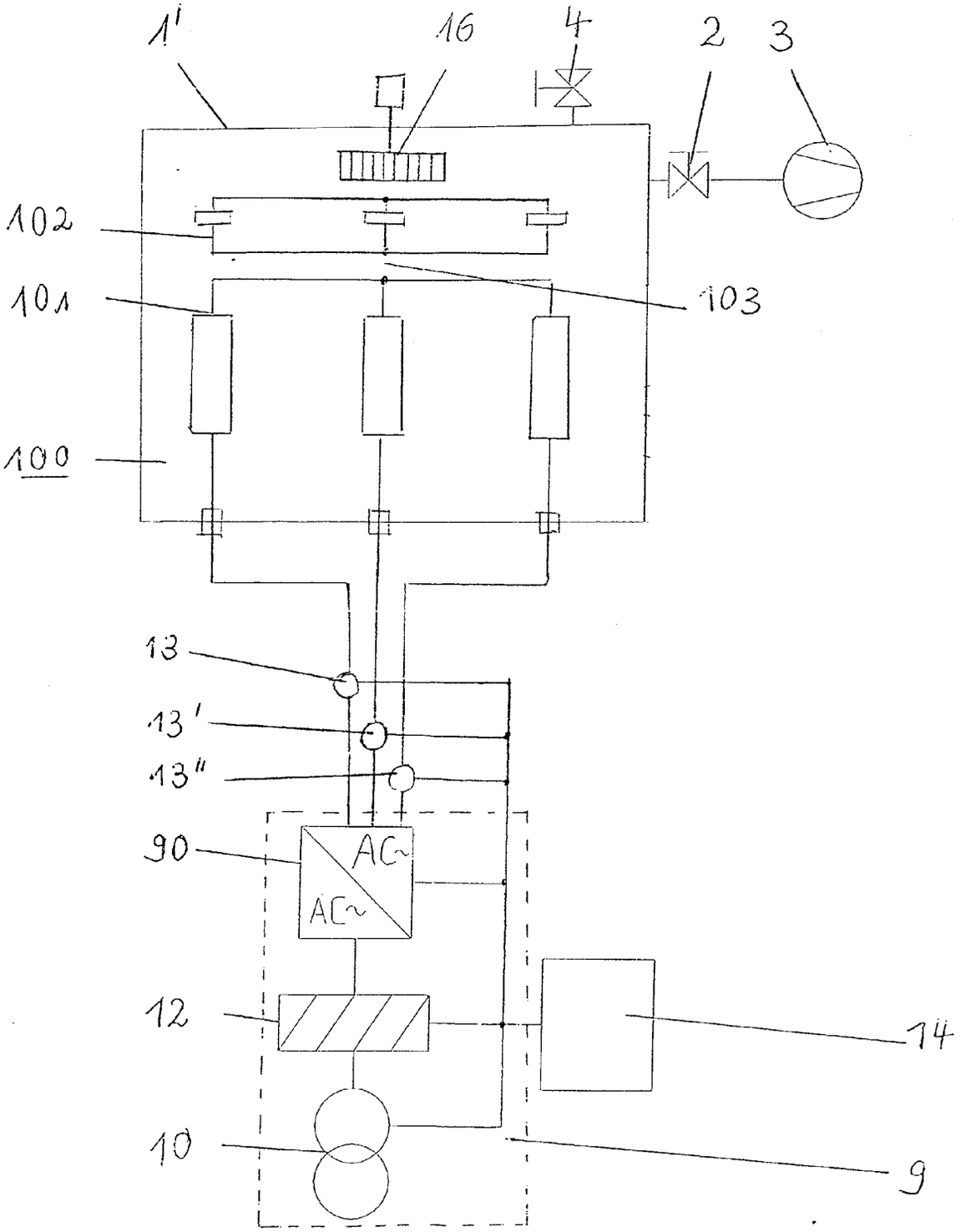


Fig. 4