

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 84111031.5

51 Int. Cl.⁴: F 25 D 21/00

22 Anmeldetag: 15.09.84

30 Priorität: 20.09.83 DE 3333907

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.05.85 Patentblatt 85/22

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI NL SE

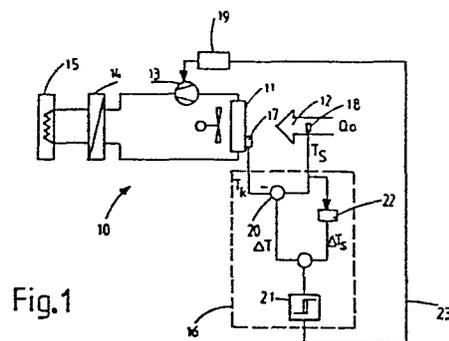
71 Anmelder: M.A.N. MASCHINENFABRIK
AUGSBURG-NÜRNBERG Aktiengesellschaft
Dachauer Strasse 667 Postfach 50 06 20
D-8000 München 50(DE)

72 Erfinder: Mötz, Karl, Ing. grad.
Kreisstrasse 18
D-8066 Bergkirchen(DE)

72 Erfinder: Jobst, Friedrich
Hildeboldstrasse 5
D-8000 München 40(DE)

54 Verfahren und Vorrichtung zur Abtauregelung von Wärmepumpen.

57 Verfahren und Vorrichtung zur Abtauregelung von Wärmepumpen 10, wobei die Temperatur T_k des Verdampfers 11 und der als Energiequelle dienende Umgebungsluft 12 des Verdampfers gemessen wird. In einem Differenzbildern 20 wird die Temperaturdifferenz ΔT aus den beiden gemessenen Werten errechnet und mit einem Sollwert ΔT_s verglichen, der in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur T_a veränderbar ist. Hierdurch wird vermieden, daß bei höheren Umgebungstemperaturen unnötig oft abgetaut wird, während bei niedrigen Umgebungstemperaturen die Abtauung rechtzeitig eingeleitet wird. Durch zusätzlichen Vergleich der Verdampfer-temperatur mit einem 0°C -Signal wird der Abtauvorgang gesperrt, wenn die Verdampfer-temperatur den Gefrierpunkt übersteigt.



EP 0 142 663 A2

1 M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG
Aktiengesellschaft
gü/sd

5

München, 15. September 1983

10

Verfahren und Vorrichtung zur
Abtauregelung von Wärmepumpen

15 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Abtau-
regelung von Wärmepumpen, bei dem der Abtauvorgang in
Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen der
Verdampfertemperatur und der Umgebungstemperatur des
Verdampfers gesteuert wird.

20

Es ist bekannt, daß bei einer mit Umgebungsluft als
Energiequelle arbeitenden Wärmepumpe die Luftfeuchtig-
keit auf der Verdampferoberfläche kondensiert und ge-
friert, wenn die Verdampfertemperatur unterhalb 0°C ist.

25

Es ist daher erforderlich diese Vereisung zu überwachen
und gegebenenfalls Abtaumaßnahmen einzuleiten.

30

Aus der US-PS 3,950,962 ist eine Abtauregelung bekannt,
bei der zur Bestimmung des Abtaubeginns die Temperatur am
Verdampfer und die der Zuluft zum Verdampfer gemessen und
deren Differenz überwacht wird. Wird eine fest vorgegebene
Temperaturdifferenz überschritten, so folgert man, daß dies
infolge eines durch Vereisung der Oberflächen verringerten
Wärmeüberganges hervorgerufen wird. Es wird somit bei Über-
schreitung des vorgegebenen Soll-Temperaturdifferenz-
wertes der Abtauvorgang eingeleitet.

35

1 Obwohl diese Methode bei der bekannten Vorrichtung für
eine Wärmepumpe vorgesehen ist, hat sie sich jedoch
nur für die Anwendungsfälle bewährt, bei denen die Zu-
lufttemperatur nahezu konstant bleibt, wie z.B. in Kühl-
5 räumen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß bei der bekannten
Abtaumethode bei höherer Umgebungstemperatur des Ver-
dampfers unnötig oft abgetaut wird, während bei niedrigen
Umgebungstemperaturen die Abtauung viel zu spät eingeleitet
wird.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren
zu entwickeln, bei dem der Abtauvorgang möglichst nahe
zum tatsächlich erforderlichen Abtauzeitpunkt erfolgt.

15 Die Aufgabe ist durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten
Maßnahmen gelöst.

Dieser Lösung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei
Außenluft-Wärmepumpen eine Vereisung von der kältesten
20 Außentemperatur bis zu Temperaturen oberhalb von 0°C
auftreten kann. Aufgrund des etwa konstanten bzw. bei
fallender Außentemperatur abnehmenden Volumenstromes
des durch den Verdampfer fließenden Kältemittels
tritt bei hoher Außen- bzw. Umgebungstemperatur bzw.
25 Verdampfungstemperatur wegen der Dampfdichte eine hohe
Kälteleistung auf, während die Kälteleistung bei fallen-
der Umgebungstemperatur stark abfällt. Deshalb ist bei
einem gegebenen Verdampfer schon im nichtvereisten Zustand
die Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Verdampfung
30 bei hohen Umgebungstemperaturen wesentlich höher (zwei-
bis dreifach) als bei niedrigen.

35

7.2212
15.09.1983

1 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Solltempera-
turdifferenz entsprechend der Umgebungstemperatur variiert
und damit an das Verdampferverhalten angepaßt. Hierdurch
ist eine zuverlässige Regelung geschaffen, bei der un-
5 nötige Abtauvorgänge verhindert und andererseits zur
Wahrung des wirtschaftlichen Betriebes der Wärmepumpe
die Abtauvorgänge rechtzeitig eingeleitet werden. Die
Solltemperaturdifferenz wird vorzugsweise kontinuierlich
in Abhängigkeit von der Außentemperatur bzw. der Umgebungs-
10 temperatur des Verdampfers verändert. Es ist aber auch
möglich, eine stufenweise Regelung der Solltemperatur-
differenz anzuwenden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird
15 die Einleitung des Abtauvorganges bei Verdampfertempera-
turen oberhalb 0°C gesperrt. Hierdurch wird ein unnötiges
Abtauen zuverlässig verhindert, wenn bei derartigen Ver-
dampfertemperaturen die Ist-Temperaturdifferenz den aus
der momentanen Umgebungstemperatur errechneten Sollwert
20 übersteigt.

Es ist ferner für den kontinuierlichen Betrieb einer
Wärmepumpe wünschenswert, daß der Abtauvorgang mög-
lichst rasch durchgeführt wird, um somit die Abschalt-
25 pausen der Wärmepumpe möglichst klein zu halten. Hierzu
wird vorgeschlagen, daß nach einem vorbestimmten Kriterium
wählbare unterschiedliche Abtausignale abgegeben werden,
mit denen unterschiedliche Abtauprozesse eingeleitet wer-
den können. Die Abtausignale können vorzugsweise von der
30 Umgebungs- bzw. Zulufttemperatur des Verdampfers ab-
hängig gemacht werden. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung
der Erfindung kann das Kriterium so gewählt werden, daß
bei einer Umgebungstemperatur oberhalb etwa 3 - 5°C
eine Abtauerung durch Umgebungsluft eingeleitet wird,
35

7.2212

15.09.1983

1 wobei lediglich der Kältemittelkreislauf der Wärmepumpe
entweder abgeschaltet oder umgeleitet wird und die Ver-
dampferlüfter weiter in Betrieb bleiben, während bei
Temperaturen unterhalb 5°C ein Abtausignal abgegeben
5 wird, mit dem Heißgas an die Verdampfer geleitet wird.

Die Erfindung erstreckt sich auf eine Vorrichtung zur
Durchführung des Verfahrens, mit den im Anspruch 6 gekenn-
zeichneten Merkmalen.

10 Das Verfahren und die Vorrichtung gemäß der Erfindung
wird anhand der in den Zeichnungen schematisch darge-
stellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

15 Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 ein Temperaturdiagramm,

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel und

20 Fig. 4 eine detaillierte Schaltung zum Ausführungs-
beispiel gemäß Fig. 3.

In Fig. 1 ist der Heizkreis einer Kompressions-Wärmepumpe
25 10 dargestellt, die aus einem Verdampfer 11 zur Aufnahme
der Energie Q_0 aus der Umgebungsluft 12, einem Ver-
dichter 13, der den Kältemitteldampf aus den Ver-
dampfer 11 verdichtet und einem Verflüssiger 14 zuleitet,
an dem ein Verbraucher 15 angeschlossen ist.

30 Es ist bekannt, daß ein der Außenluft 12 ausgesetzter
Verdampfer aufgrund der Luftfeuchtigkeit an der Außen-
fläche vereist, wenn die Verdampfertemperatur T_k bzw. die
Temperatur der Verdampferoberfläche einen Wert unterhalb
35 des Gefrierpunktes hat. Um einen Abtauvorgang bei Bedarf
automatisch einzuleiten, ist bei dem Ausführungsbeispiel

1 gemäß Fig. 1 ein Abtauregler 16 vorgesehen, der die Sig-
nale eines Verdampfer-Temperaturfühlers 17 und eines
Umgebungstemperaturfühlers 18 empfängt und bei Abtaubedarf
ein Signal an ein Stellglied 19 ausgibt. Mit dem Stell-
5 glied 19 wird der Verdichter 13 ausgeschaltet und damit
der Abtauvorgang eingeleitet. Der Abtauvorgang kann auch
auf andere Weise eingeleitet werden, wie z.B. durch Um-
kehrung oder Umleitung des Kältemittelstromes.

10 Der Abtauregler 16 enthält einen Differenzbildner 20, mit
dem die Temperaturdifferenz $\Delta T = T_a - T_k$ gebildet wird, wo-
bei T_a die Umgebungstemperatur ist. In einem hysteresese-
behafteten Komparator 21 wird das so gebildete Ist-
-Temperaturdifferenz-Signal ΔT mit einem Soll-Temperatur-
15 differenz-Signal ΔT_s verglichen, das von einem Sollwert-
bildner 22 in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur
erzeugt wird. Ist die gemessene Temperaturdifferenz ΔT
höher als der entsprechend errechnete Sollwert ΔT_s , dann
gibt der Komparator 21 ein Signal 23 aus, mit dem zur
20 Einleitung des Abtauvorganges das Stellglied 19 aktiviert
wird. Bei Fortschreiten des Abtauvorganges wird der
Abtauvorgang beendet, wenn die Temperaturdifferenz ΔT
entsprechend abgesunken ist.

25 Aufgrund von Messungen und Rechnungen konnte die Funktion
 $\Delta T = f(T_a)$ der Temperaturdifferenz zwischen Verdampfungs-
und Außentemperatur in Abhängigkeit von der Außentempe-
ratur ermittelt werden, die einen in Fig. 2 mit der
Ziffer 30 gekennzeichneten Verlauf hat. Diese Funktion
30 $\Delta T = f(T_a)$ kann in erster Näherung durch eine Gerade 31
($\Delta T' = kT_a$) ersetzt werden. Die Gerade 31 entspricht somit
etwa der Funktion $\Delta T = f(T_a)$, wenn keine Vereisung am Ver-
dampfer 11 stattfindet. Durch Bereifung des Verdampfers
vergrößert sich jedoch die Temperaturdifferenz ΔT um

35

7.2212
15.09.1983

1 einen Wert a , der in etwa auch linear mit der Umgebungs-
temperatur T_a ansteigt. Damit kann eine lineare Änderung
des Sollwertes T_s mit der Außentemperatur T_a vorgesehen
5 werden, die gegenüber der Geraden 31 um einen Temperatur-
differenzwert a verschoben ist und gegebenenfalls eine
größere Steigerung hat. Diese Gerade ist mit Ziffer 32
in Fig. 2 dargestellt.

In Fig. 3 ist ein Blockschaltbild eines zweiten Aus-
10 führungsbeispiels eines Abtaureglers 40 dargestellt.
Der Abtauregler 40 wird von einer Gleichstromquelle 41
gespeist, deren Ausgangsspannung in einem Referenz-
spannungs-Erzeuger 42 stabilisiert und gefiltert wird.
15 Ferner ist der Abtauregler 40 an den Umgebungstemperatur-
Sensor 18 sowie den Verdampfertemperatur-Sensor 17
angeschlossen. Die Sensoren 17 und 18 werden von einer
Spannungsquelle 47 gespeist, die die Referenzspannung U_r
in eine vorbestimmte Sensorspannung U_s transformiert.

20 Die von den Meßfühlern 17, 18 erzeugten Temperatursig-
nale 43 und 45 werden jeweils in Verstärkern 50 bzw.
51 dem Spannungsniveau der Schaltung angepaßt und nor-
miert. Die verstärkten Spannungssignale 52 und 53
werden zur Bildung von vier Kommandosignalen 54 bis 57
25 im Abtauregler 40 verarbeitet. Zum einen wird, wie in
Beispiel gemäß Fig. 1, mit einem Differenzbildner 60
die Temperaturdifferenz $\Delta T = T_a - T_k$ gebildet, die zur
Erzeugung des ersten Kommandosignales 54 mittels eines
hysteresebehafteten Komparators 61 mit der Soll-Tempe-
30 raturdifferenz ΔT_s verglichen. Die Soll-Temperatur-
differenz ΔT_s wird von einem Funktionsbildner 62 er-
zeugt und zwar aus dem momentanen Umgebungstemperatur-
signal 52 und einem extern einstellbaren Spannungswert 63
aus einem Potentiometer 64, der der für den jeweiligen
35 Anwendungsfall angepaßten Temperaturdifferenz entspricht.

1 Die Soll-Temperaturdifferenz wird in erster Näherung
als eine lineare Funktion gemäß Kurve 32 gebildet. Die
Steigung K dieser Funktion ist hierbei variabel. Das so
erzeugte Kommandosignal 54 gibt die Befehle "Abtauvorgang
5 einschalten" bzw. "Abtauvorgang beenden".

Der Schaltprozeß für den Abtauvorgang wird jedoch mittels
zwei Logisch-UND-Verknüpfungen 65 und 66 in Abhängigkeit
von weiteren Signalen, nämlich den Kommandosignalen
10 55 bis 57 ausgegeben.

Die Kommandosignale 55 geben an, ob die Verdampfer-
temperatur größer oder kleiner als 0°C ist, und sie werden
durch Vergleich des Verdampfer-temperatur-Signales 53
15 mit einer dem 0°C entsprechenden Spannungswert U_0 in
einem ebenfalls hysteresesebehafteten Komparator 71 erzeugt.

Die Kommandosignale 56 und 57 sind außentemperaturab-
hängige Signale, die durch den Vergleich des Umgebungs-
20 temperatursignales 52 mit einer entsprechenden
Temperatur zugeordneten Spannung U_k in einem dritten
hysteresesebehafteten Komparator 72 erzeugt werden und
mittels eines Nicht-Gliedes 73 gegeneinander umgekehrt
werden. Mit diesen außentemperaturabhängigen Kommando-
25 signalen 56 und 57, die jeweils einer der Logisch-UND-Ver-
knüpfung 65 bzw. 66 eingegeben werden, können unterschied-
liche Abtauvorgänge eingeleitet werden. So läßt sich
beispielsweise bei unterschiedlichen Außentemperaturen
entweder lediglich der Wärmepumpenbetrieb ausschalten
30 und bei einer anderen Temperatur zusätzlich ein Heißluft-
gebläse einschalten. Für diesen Fall kann U_k für eine
Außentemperatur $T_{uk}=5^{\circ}\text{C}$ entsprechend ausgelegt werden.

35

7.2212
15.09.1983

- 1 Die Außentemperatur T_a und die Verdampfertemperatur T_k werden kontinuierlich gemessen und der Sollwert T_s kontinuierlich berechnet.
- 5 Obersteigt die Temperaturdifferenz ΔT zwischen den Meßwerten den Sollwert ΔT_s so gibt der Komparator 61 das Abtausignal 54 ab, das in beiden Verknüpfungen 65 und 66 eingeht. Die Logisch-UND-Verknüpfung 65 wird jedoch nur dann ein Schaltsignal 74 ausgeben, wenn sie
10 gleichzeitig das Signal 55 $T_k < 0^\circ\text{C}$ sowie das Signal 56 nämlich $T_a < T_{uk}$ (beispielsweise T_a kleiner als 5°C) erhält. Hierdurch wird ein erster Schaltprozeß durchgeführt, z.B. Abschalten des Wärmepumpenbetriebes und Einschalten der Heißgasabtauung.
- 15 Ist hingegen die Außentemperatur T_a höher als der gegebene Wert T_{uk} so wird die zweite Verknüpfung 66 ein Schaltsignal 75 ausgeben, mit dem beispielsweise lediglich der Wärmepumpenbetrieb ausgeschaltet wird.
- 20 Wenn die Verdampfertemperatur den Gefrierpunkt überschreitet, dann besteht keine Gefahr einer Vereisung des Verdampfers 11. In diesem Fall werden keine Signale 55 ausgegeben, so daß die Verknüpfungen 65 und 66 nicht durchgeschaltet werden und ein Abtauvorgang unterbleibt,
25 auch wenn die Temperaturdifferenz ΔT größer ist als ΔT_s .
- 30 Der Abtauregler 40 kann beispielsweise, wie in Fig. 4 dargestellt, ausgebildet werden, wobei mit entsprechend ausgelegten Spannungsteilern die jeweils erforderlichen Spannungssignale bestimmt werden. Für die Umschaltung zwischen dem vor den Abtausignalen 74 oder 75 einleitbaren Abtauprozessen ist ein vom Komparator 72 ansteuerbares Relais 80 vorgesehen, der über einen Schalter 81
35 die Leitung für das Kommandosignal 54 je nach der Umgebungstemperatur an den Ausgang 74 oder 75 für die Schaltsignale anschließt.

1 Das Kommandosignal 55 für die 0°C Verdampfertemperatur-
Umschaltung wird mit dem Sollwert-Signal ΔT_s verknüpft
und im Komparator 61' zur Bildung des Kommandosignales 54'
mit dem Istwert ΔT verglichen.

5

10

15

20

25

30

35

7.2212
15.09.1983

1 M.A.N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG
Aktiengesellschaft
gü/sd

5

München, 15. September 1983

P a t e n t a n s p r ü c h e

10

15

20

25

30

35

1. Verfahren zur Abtauregelung von Wärmepumpen, bei dem der Abtauvorgang in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz zwischen der Verdampfer-
temperatur und der Umgebungstemperatur bzw. Zulufttemperatur des Verdampfers gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Ist-Temperaturdifferenz (ΔT) mit einem Soll-Temperaturdifferenzwert (ΔT_s) verglichen wird, der in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur (T_a) und gegebenenfalls der Verdampfer-
temperatur (T_k) verändert wird, und daß aufgrund des Vergleiches ein Abtausignal abgegeben wird, wenn die Ist-Temperaturdifferenz die Soll-Temperaturdifferenz übersteigt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einleitung des Abtauvorganges bei Verdampfer-
temperaturen oberhalb 0°C gesperrt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach einem vorbestimmten Kriterium wählbare unterschiedliche Abtausignale (74, 75) abgegeben werden.

- 1 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß die Abtausignale (74, 75) in Abhängigkeit
der Umgebungstemperatur variiert werden.
- 5 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekenn-
zeichnet, daß bei Umgebungstemperaturen unterhalb
3 - 5°C ein Abtausignal abgegeben wird, mit dem
eine Heißgasabtauung eingeschaltet wird.
- 10 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß
Anspruch 1, mit einem Temperaturmeßfühler für die
Verdampfertemperatur und einem Temperaturmeßfühler
für die Umgebungsluft des Verdampfers, dadurch ge-
kennzeichnet, daß ein mit den beiden Meßfühlern
15 (17, 18) verbundener Differenzbildner (20, 60)
und mit dem Umgebungsluft-Temperaturfühler (18)
verbundener Sollwertbildner (22, 62) vorgesehen
sind, deren Ausgänge an einem hysteresebehafteten
Komparator (21, 61) angeschlossen sind, dessen
20 Ausgang (23, 54) mit einem Stellglied (19) zur
Einleitung des Abtauvorganges verbindbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekenn-
zeichnet, daß ein zweiter Komparator (71) vor-
gesehen ist, der das Signal (53) des Verdampfer-
25 Temperaturfühlers (17) mit einem der Temperatur 0°C
entsprechenden Signal (70) vergleicht, und daß
eine Logisch-UND-Verknüpfung (65 bzw. 66) vorge-
sehen ist, die die Ausgangssignale der beiden
30 Komparatoren (61, 71) empfängt, und bei logisch
gleichen Komparatorsignalen (54, 55) ein Abtau-
signal (74, 75) abgibt.

35

7.2212
15.09.1983

1
5
10
15
20
25
30
35

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein dritter Komparator (72) vorgesehen ist, der das Signal (52) des Umgebungstemperaturfühlers (18) mit einem Signal (U_k) vergleicht, das einer konstanten Temperatur, insbesondere etwa 5°C entspricht.

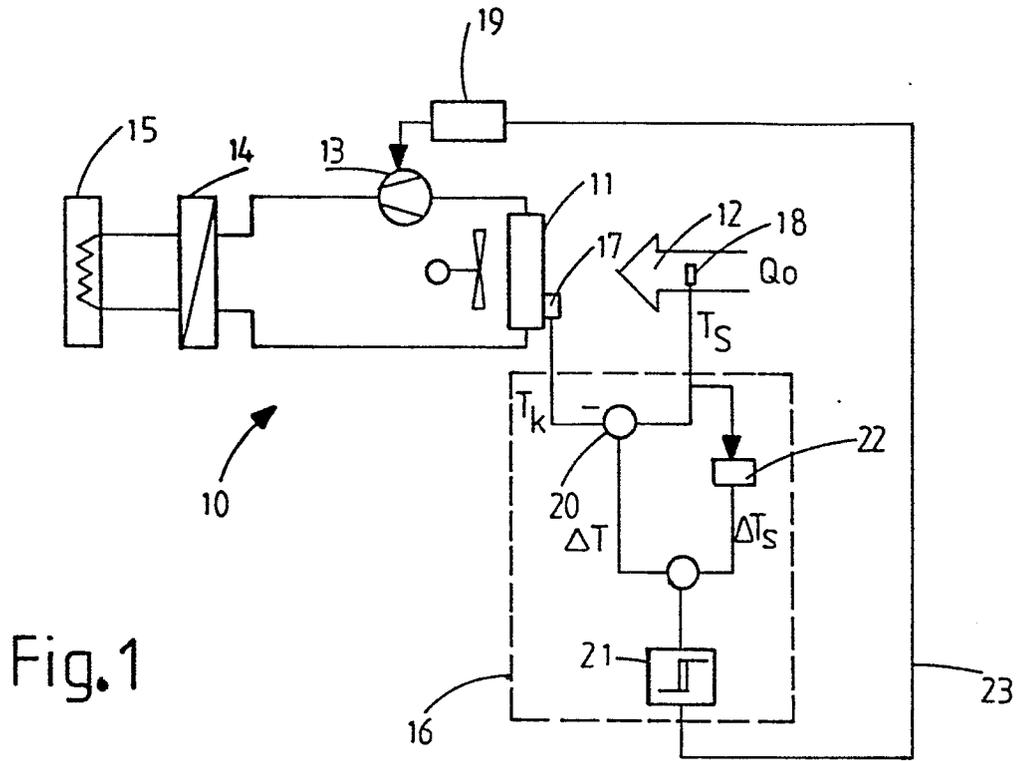


Fig.1

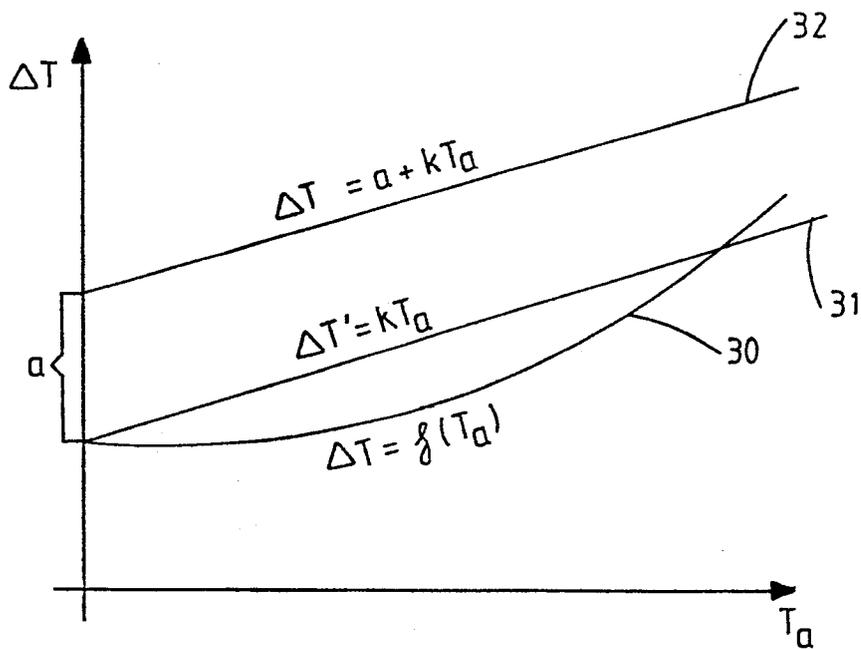


Fig.2

3/3

0142663

Fig. 4

