



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 09 676 T2** 2005.04.14

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 157 247 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 09 676.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP00/01363**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 909 214.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/49354**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.02.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **24.08.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.11.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.04.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F25D 29/00**  
**G05D 23/19**

(30) Unionspriorität:

**99102743 19.02.1999 EP**

(73) Patentinhaber:

**Ranco Inc. of Delaware, Wilmington, Del., US**

(74) Vertreter:

**HOFFMANN & EITLE, 81925 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, DK, ES, IT**

(72) Erfinder:

**BAILEY, Graham, D-67366 Weingarten, DE;**

**HEGER, Helmut, D-68789 St. Leon-Rot, DE;**

**HIRSCH, Mike, D-68809 Neulussheim, DE**

(54) Bezeichnung: **REGLER UND VERFAHREN ZUR REGELUNG DER TEMPERATUR IN EINEM KÜHLSCHRANK**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuerung und ein Verfahren zum Steuern der Temperatur in einem Nahrungsmittelfach einer Kühlvorrichtung gemäß dem jeweiligen Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und 8. Eine Steuerung und ein Verfahren von dieser Art sind aus EP 0 686 818 bekannt.

**[0002]** Aus diesem Dokument ist eine Steuerung zum Steuern der Temperatur in einem Fach einer Kühlvorrichtung bekannt, die auf das wohlbekannte Problem gerichtet ist, dass bei herkömmlichen Kühlvorrichtungsanwendungen die Lufttemperatur innerhalb des Nahrungsmittelfachs eine starke Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur der Kühlvorrichtungsanwendung bzw. des Kühlgeräts zeigt. Ein Grund für dieses Phänomen besteht darin, dass die aktuelle Lufttemperatur, die aus der Zweipunkt-Regelung der Verdampfertemperatur im Nahrungsmittelfach resultiert, nicht nur von Verdampfertemperaturschwellen  $T_{\text{ein}}$  und  $T_{\text{aus}}$  abhängt, zwischen welchen sich die Verdampfertemperatur periodisch ändert, sondern weiterhin von der Betriebszeit  $t_{\text{ein}}$  des Kompressors und der Pausenzeit  $t_{\text{aus}}$  des Kompressors abhängt. Für eine hohe Umgebungstemperatur wird die Betriebszeit  $t_{\text{ein}}$  des Kompressors größer als für niedrige Umgebungstemperaturen sein. Die Pausenzeit  $t_{\text{aus}}$  wird für niedrige Umgebungstemperaturen höher als für hohe Umgebungstemperaturen sein. Folglich neigt die Lufttemperatur innerhalb des Nahrungsmittelfachs für hohe Umgebungstemperaturen dazu, niedriger als dann zu sein, wenn die Umgebungstemperatur niedrig ist.

**[0003]** Zum Lösen dieses Problems schlägt die EP 0 686 818 vor, eine Anstiegsrate bezüglich der Verdampfertemperatur zu messen, wenn der Kompressor ausgeschaltet ist. Diese Anstiegsrate bezüglich der Verdampfertemperatur hängt von der Dispersion durch die Geräteisolierung ab. Die Dispersion wiederum hängt von der Temperaturdifferenz zwischen der Lufttemperatur innerhalb des Nahrungsmittelfachs und der Umgebungstemperatur der Kühlvorrichtung ab. In der EP 0 686 818 wird die Anstiegsrate bezüglich der Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor ausgeschaltet ist, zum Einstellen der niedrigeren Temperaturschwelle  $T_{\text{aus}}$  genommen, um den Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Lufttemperatur im Nahrungsmittelfach zu kompensieren.

**[0004]** Die Anstiegsrate bezüglich der Verdampfertemperatur hängt jedoch nicht nur von der Temperaturdispersion durch die Geräteisolierung ab. Diese Anstiegsrate der Verdampfertemperatur kann durch andere Faktoren beeinflusst werden, und zwar insbesondere durch die Menge an Nahrung, die im Nahrungsmittelfach gelagert ist. Wenn das Nahrungsmittelfach vollständig beladen ist, wird die Anstiegsrate bezüglich der Verdampfertemperatur niedriger als

dann sein, wenn das Nahrungsmittelfach leer ist, und zwar bei gegebener gleicher thermischer Dispersion, d.h. bei gegebener gleicher Temperaturdifferenz zwischen der Luft im Nahrungsmittelfach und der Umgebungstemperatur. Aus diesem Grund ist die bekannte Lösung zum Kompensieren des Einflusses von unterschiedlichen Umgebungstemperaturen nicht immer genau.

**[0005]** Demgemäß ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Steuerung und ein Verfahren zum Steuern der Temperatur innerhalb eines Nahrungsmittelfachs einer Kühlvorrichtung zur Verfügung zu stellen, welche zulassen, den Einfluss von unterschiedlichen Umgebungstemperaturen auf die Lufttemperatur innerhalb des Nahrungsmittelfachs mit erhöhter Genauigkeit zu kompensieren.

**[0006]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe gelöst, wie es in den Patentansprüchen 1 und 8 definiert ist.

**[0007]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Umgebungstemperatur abgeschätzt auf der Basis eines Verhältnisses der Anstiegsrate der Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor ausgeschaltet ist, zu der Abfallrate der Verdampfungstemperatur, wenn der Kompressor eingeschaltet ist.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass Faktoren, wie eine Nahrungsbeladung, die Anstiegsrate der Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor ausgeschaltet ist, auf dieselbe Weise beeinflussen, wie sie die Abfallrate einer Verdampfungstemperatur, wenn der Kompressor eingeschaltet ist, beeinflussen. Demgemäß kann eine Größe, die das Verhältnis der Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor ausgeschaltet ist, zu der Abfallrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor eingeschaltet ist, berücksichtigt, als Basis zum Abschätzen der thermischen Dispersion des Nahrungsmittelfachs mit einem reduzierten Einfluss von Faktoren, wie der Nahrungsmittelbeladung, genommen werden.

**[0009]** Das thermische Dispersionsverhältnis der Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor ausgeschaltet ist, zu einer Abfallrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor eingeschaltet ist, kann auf eine Anzahl unterschiedlicher Arten ausgewertet werden. Diese Raten eines Anstiegs und eines Abfalls können entweder über eine konstante Zeitperiode oder über eine konstante Temperaturänderung gemessen werden. Wenn diese Raten eines Anstiegs und eines Abfalls über eine konstante Zeitperiode gemessen werden, kann der Beginn des Zeitintervalls, das zum Messen einer Temperaturänderung verwendet wird, mit demjenigen Zeitpunkt synchronisiert werden, zu welchem der Kompressor ausgeschaltet wird, um die Anstiegsrate

einer Verdampfungstemperatur zu messen, wenn der Kompressor ausgeschaltet ist, und kann mit demjenigen Zeitpunkt synchronisiert werden, zu welchem der Kompressor eingeschaltet wird, um die Abfallrate einer Verdampferatemperatur zu messen, wenn der Kompressor eingeschaltet ist.

**[0010]** Wenn diese Raten eines Anstiegs und eines Abfalls über eine konstante Temperaturänderung gemessen werden, ist es vorteilhaft, die Differenz zwischen einer niedrigen Temperaturschwelle, die auch untere Grenztemperatur genannt wird, und einer hohen Temperaturschwelle, die auch obere Grenztemperatur genannt wird, als die Temperaturänderung zu verwenden. Die hohe Temperaturschwelle definiert einen Temperaturwert, der dann, wenn er durch die Verdampferatemperatur überschritten wird, darin resultiert, dass der Kompressor eingeschaltet wird. Gleichmaßen wird dann, wenn die Verdampferatemperatur unter die niedrige Temperaturschwelle abfällt, der Kompressor ausgeschaltet. Da in diesem Fall die Temperaturänderung zum Messen der Anstiegsrate einer Verdampferatemperatur dieselbe wie die Temperaturänderung zum Messen der Abfallrate einer Verdampferatemperatur ist, kann das Verhältnis der Anstiegsrate einer Verdampferatemperatur, wenn der Kompressor im Aus-Zustand bzw. ausgeschaltet ist, zu der Abfallrate einer Verdampferatemperatur, wenn der Kompressor im Ein-Zustand bzw. eingeschaltet ist, aus einem Verhältnis  $t_{\text{ein}}/t_{\text{aus}}$  der Zeitperiode für den Kompressor im Ein-Zustand  $t_{\text{ein}}$  zu der Zeitperiode für den Kompressor im Aus-Zustand  $t_{\text{aus}}$  ausgewertet werden. Diese Auswertung des thermischen Dispersionsverhältnisses ist zu einem großen Ausmaß unabhängig von Faktoren, wie beispielsweise einer Nahrungsmittelbeladung. Sie liefert eine Anzeige für die thermische Dispersion des Nahrungsmittelfachs, welche wiederum die Umgebungstemperatur der Kühlvorrichtung anzeigt.

**[0011]** Eine Größe, die äquivalent zu dem Verhältnis  $t_{\text{ein}}/t_{\text{aus}}$  ist, ist der Kompressor-Tastgrad  $c = t_{\text{ein}}/(t_{\text{ein}} + t_{\text{aus}})$ . Da der Kompressor-Tastgrad  $c$  als Funktion von  $t_{\text{ein}}/t_{\text{aus}}$  allein ausgedrückt werden kann, liefert auch der Kompressor-Tastgrad  $c$  eine Auswertung des thermischen Dispersionsverhältnisses, das die Umgebungstemperatur im Wesentlichen ohne den Einfluss der aktuellen Nahrungsmittelbeladung in dem Kühlvorrichtungsfach anzeigt.

**[0012]** Das thermische Dispersionsverhältnis wird vorzugsweise durch die Kühlvorrichtungssteuerung auf einer kontinuierlichen Basis berechnet. Das bedeutet, dass vorzugsweise jedes Mal dann, wenn der Kompressor seinen Betriebszustand vom Aus-Zustand zum Ein-Zustand oder vom Ein-Zustand zum Aus-Zustand ändert, die Änderungsrate einer Verdampferatemperatur so ausgewertet wird, dass jedes Mal dann, wenn sich der Betriebszustand des Kompressors geändert hat, ein aktualisiertes thermisches

Dispersionsverhältnis ausgewertet werden kann.

**[0013]** Gemäß der vorliegenden Erfindung werden die niedrige Temperaturschwelle und/oder die hohe Temperaturschwelle gemäß der Auswertung des thermischen Dispersionsverhältnisses so eingestellt, dass der Einfluss der Umgebungstemperatur auf die aktuelle durchschnittliche Lufttemperatur innerhalb des Nahrungsmittelfachs kompensiert werden kann. Diese Kompensation kann mittels nur einem Einstellen der niedrigen Temperaturschwelle basierend auf dem thermischen Dispersionsverhältnis erreicht werden oder mittels nur einem Einstellen der hohen Temperaturschwelle basierend auf dem thermischen Dispersionsverhältnis oder mittels einem Einstellen von sowohl der niedrigen Temperaturschwelle als auch der hohen Temperaturschwelle auf der Basis des thermischen Dispersionsverhältnisses.

**[0014]** Das thermische Dispersionsverhältnis kann durch Faktoren gestört werden, wie beispielsweise ein häufiges oder ein langes Öffnen einer Kühlvorrichtungstür oder durch das Einfügen von extrem warmen oder kalten Gütern. Wenn es erwünscht ist, auch den Einfluss dieser Faktoren zu reduzieren, ist es vorteilhaft, nach einer Stabilisierung des thermischen Dispersionsverhältnisses zu suchen, bevor eine Einstellung von wenigstens einer der hohen und der niedrigen Temperaturschwelle durchgeführt wird. Ob sich das thermische Dispersionsverhältnis stabilisiert hat oder nicht, kann beispielsweise aus einer Anzahl von aufeinander folgenden Auswertungen dieses Verhältnisses und durch ein Analysieren, ob sich diese vorbestimmte Anzahl von aufeinander folgenden Auswertungen voneinander um weniger als einen vorbestimmten Betrag unterscheidet, beurteilt werden. Wenn sich eine vorbestimmte Anzahl von aufeinander folgenden Auswertungen des thermischen Dispersionsverhältnisses nicht um mehr als diesen vorbestimmten Betrag unterscheidet, wird die Einstellung von Schwellen basierend auf dem thermischen Dispersionsverhältnis freigegeben, und sonst gesperrt. Eine Steuerung, die dieses Verfahren implementiert, ist diesbezüglich vorteilhaft, das sie keinen zusätzlichen Sensor zum Erfassen der Türposition erfordert und nicht mehr als eine Eingabe vom existierenden Verdampferatemperatursensor und eine Eingabe von einer durch einen Anwender einstellbaren Temperaturwählscheibe zum Einstellen eines Sollwerts der Lufttemperatur innerhalb des Nahrungsmittelfachs benötigt.

**[0015]** Vorzugsweise enthält die Steuerung eine Nachschautabelle, die verschiedene thermische Dispersionsverhältnisse und zugehörige obere Grenztemperaturen und untere Grenztemperaturen für den Kompressor enthält, die während Testens bei der Entwicklung der Kühlvorrichtungsanwendung bzw. des Kühlgeräts ausgewählt worden sind, um für die erfassten bestimmten Umgebungsbedingungen ge-

eignet zu sein. Es ist bequem, wenn diese Umgebungstemperaturen in Temperaturbändern organisiert sind, die für Kühlvorrichtungsanwendungen international anerkannt sind.

**[0016]** Eine Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise unter Verwendung einer geeignet programmierten Mikrosteuerung implementiert.

**[0017]** Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Identische oder entsprechende Elemente in den verschiedenen Zeichnungen sind mit identischen Bezugszeichen bezeichnet.

**[0018]** Fig. 1 zeigt ein Zeitdiagramm, das schematisch das Verhalten der Lufttemperatur im Nahrungsmittelfach, der Verdampfertemperatur und der Kompressor-Betriebszustände über der Zeit zeigt;

**[0019]** Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Steuerung zum Steuern einer Kühlvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0020]** Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung; und

**[0021]** Fig. 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0022]** Fig. 1 ist ein Zeitdiagramm mit drei Kurven A, B und C. Alle drei Kurven verwenden dieselbe Zeitachse  $t$ . Die Kurve A zeigt das Verhalten der Lufttemperatur innerhalb eines Nahrungsmittelfachs einer Kühlvorrichtung über der Zeit. Die Kurve B zeigt das Verhalten der Temperatur des Verdampfers im Nahrungsmittelfach über der Zeit. Schließlich zeigt die Kurve C die Betriebszustände EIN und AUS des Kompressors in Zusammenhang mit den Temperaturkurven A und B.

**[0023]** Aus der Fig. 1 kann entnommen werden, dass im Verlauf eines Steuerns der durchschnittlichen Lufttemperatur entsprechend der Temperatur der Nahrung im Kühlvorrichtungsfach sich der Kompressor, der eine Kühlflüssigkeit durch den Kühlvorrichtungskreis der Kühlvorrichtung zirkulieren lässt, dann einschaltet, wenn die Verdampfertemperatur auf einen hohen Temperaturwert  $T_{on}$  bzw.  $T_{ein}$  angestiegen ist, der die obere Grenztemperatur genannt wird. Der Betrieb des Kompressors resultiert darin, dass die Verdampfertemperatur abfällt, bis eine niedrige Temperaturschwelle  $T_{off}$  bzw.  $T_{aus}$  erreicht wird, was veranlasst, dass sich der Kompressor wieder ausschaltet. Im Aus-Zustand des Kompressors steigt die Verdampfertemperatur wieder an, bis die hohe Temperaturschwelle  $T_{ein}$  erreicht worden ist. Dieser

Zyklus wiederholt sich periodisch.

**[0024]** Während die Temperaturdifferenz  $T_{ein} - T_{aus}$  zwischen der hohen Temperaturschwelle und der niedrigen Temperaturschwelle wesentlich sein kann, z.B. etwa  $20^{\circ}\text{C}$ , ist die resultierende zyklische Änderung der Lufttemperatur im Nahrungsmittelfach viel geringer, wie es in Kurve A der Fig. 1 angezeigt ist. Die durchschnittliche Lufttemperatur hängt von der hohen Temperaturschwelle  $T_{ein}$  und von der niedrigen Temperaturschwelle  $T_{aus}$  ab, und weiterhin von der Dauer von jedem der Betriebszustände des Kompressors in jedem Zyklus. Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass dann, wenn die Umgebungstemperatur ansteigt, die Abfallrate der Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor im Ein-Zustand ist, aufgrund der thermischen Dispersion der Kühlvorrichtungsisolierung und aus anderen Gründen kleiner wird. Darüber hinaus wird die Anstiegsrate der Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor im Aus-Zustand ist, mit einer Erhöhung bezüglich der Umgebungstemperatur größer werden. Andererseits wird eine größere Nahrungsmittelbeladung im Fach nicht nur die Abfallrate einer Verdampfertemperatur verlangsamen, wenn der Kompressor im Ein-Zustand ist, sondern auch die Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor im Aus-Zustand ist. Demgemäß wird ein Verhältnis der Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor im Aus-Zustand ist, zu der Abfallrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor im Ein-Zustand ist, eine empfindliche Anzeige für eine Umgebungstemperatur sein, und wird gleichzeitig unempfindlich gegenüber Schwankungen einer Nahrungsmittelbeladung sein.

**[0025]** Fig. 1 zeigt eine Möglichkeit an, wie dieses thermische Dispersionsverhältnis ausgewertet werden kann. Gemäß der Fig. 1 wird eine Temperaturdifferenz  $\Delta T_{aus}$  über ein vorbestimmtes Zeitintervall  $\Delta t$  gemessen, das dann beginnt, wann immer der Kompressor seinen Betriebszustand vom Ein-Zustand zum Aus-Zustand ändert. Das Verhältnis  $\Delta T_{aus}/\Delta t$  ist eine Auswertung der Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor im Aus-Zustand ist. Gleichermaßen wird eine Temperaturdifferenz  $\Delta T_{ein}$  über ein vorbestimmtes Zeitintervall  $\Delta t$  gemessen, welches von derselben Länge wie dasjenige sein kann, das zum Messen von  $\Delta T_{aus}$  verwendet wird, wobei das Intervall  $\Delta t$  zum Messen von  $\Delta T_{ein}$  dann beginnt, wenn der Kompressor seinen Betriebszustand vom Aus-Zustand zum Ein-Zustand ändert. Das Verhältnis  $\Delta T_{ein}/\Delta t$  ist eine Auswertung der Abfallrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor im Aus-Zustand ist. Das Verhältnis dieser Anstiegsrate zu dieser Abfallrate stellt das thermische Dispersionsverhältnis dar, das die Umgebungstemperatur mit geringer Empfindlichkeit gegenüber Schwankungen einer Nahrungsmittelbeladung anzeigt.

**[0026]** Zum Auswerten dieser thermischen Dispersion kann das Zeitintervall  $\Delta t$  beim Messen der Änderung der Temperatur  $\Delta T_{\text{aus}}$  und  $\Delta T_{\text{ein}}$  konstant gehalten werden, oder es wird die Änderung der Temperatur konstant gehalten, und das Zeitintervall  $\Delta t$  wird gemessen. Gemäß einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung werden  $\Delta T_{\text{ein}}$  und  $\Delta T_{\text{aus}}$  so ausgewählt, dass  $\Delta T_{\text{ein}} = \Delta T_{\text{aus}} = T_{\text{ein}} - T_{\text{aus}} = \Delta T$ . Aus  $(\Delta T/t_{\text{aus}})/(\Delta T/t_{\text{ein}}) = t_{\text{ein}}/t_{\text{aus}}$  ist es offensichtlich, dass dieses Verhältnis der Zeit für den Ein-Zustand des Kompressors zu der Zeit für den Aus-Zustand des Kompressors ein von einer Nahrungsbeladung im Wesentlichen unabhängiges thermisches Dispersionsverhältnis der Kühlvorrichtung anzeigt, was nützlich zum Abschätzen der Umgebungstemperatur der Kühlvorrichtung ist.

**[0027]** Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung. In dieser Figur bezeichnet ein Bezugszeichen 1 die Steuerung, die mittels einer Software in einer Mikrosteuerung implementiert sein kann. Ein Bezugszeichen 7 bezeichnet einen Temperatursensor, wie beispielsweise einen temperaturabhängigen Widerstand. Dieser Temperatursensor ist in thermischem Kontakt mit dem Verdampfer im Nahrungsmittelfach angebracht und liefert eine Temperatureingabe zur Steuerung 1. Ein Bezugszeichen 8 bezeichnet eine Temperatureinstelleinrichtung, die von einem Anwender einstellbar ist, zum Voreinstellen einer Solltemperatur innerhalb des Nahrungsmittelfachs. Die von einem Anwender einstellbare Temperatureinstelleinrichtung 8 kann ein Potentiometer sein, das eine Solltemperatureingabe zur Steuerung 1 liefert. Ein Bezugszeichen 5 bezeichnet eine Leistungsversorgung für die Steuerung 1. Ein Bezugszeichen 6 stellt den Kompressor dar, der durch die Steuerung 1 ein- und ausgeschaltet wird.

**[0028]** Ein Bezugszeichen 4 bezeichnet einen Komparator mit Hysterese, der die durch den Temperatursensor 7 erfasste Temperatur mit einer hohen Temperaturschwelle  $T_{\text{ein}}$  und mit einer niedrigen Temperaturschwelle  $T_{\text{aus}}$  vergleicht. Wie es in Fig. 2 gezeigt ist, schaltet der Komparator 4 den Kompressor ein, sobald die erfasste Verdampfertemperatur  $T_{\text{ein}}$  überschritten hat, und schaltet den Kompressor aus, sobald die erfasste Verdampfertemperatur unter  $T_{\text{aus}}$  abfällt. Ein Bezugszeichen 2 bezeichnet einen Abschnitt zum Auswerten eines thermischen Dispersionsverhältnisses basierend auf einem Verhältnis der Abfallrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor im Aus-Zustand ist, zu einer Anstiegsrate einer Temperatur, wenn der Kompressor im Ein-Zustand ist. Zum Auswerten dieses thermischen Dispersionsverhältnisses empfängt der Abschnitt 2 die erfasste Verdampfertemperatur und den Betriebszustand des Kompressors 6 als Eingaben. Für jeden der Betriebszustände EIN und AUS des Kompressors wertet der Abschnitt 2 jeweils eine Abfallrate

einer Verdampfertemperatur und eine Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur aus und wertet ein Verhältnis von diesen Raten jedes Mal dann aus, wenn der Kompressor 6 seinen Betriebszustand geändert hat. Dieses durch den Abschnitt 2 erzeugte Verhältnis, das das thermische Dispersionsverhältnis der Kühlvorrichtung darstellt, wird von einem Abschnitt 3 empfangen. Dieser Abschnitt weist eine Datenbank auf, die hohe Temperaturschwellenwerte und niedrige Temperaturschwellenwerte für eine Vielfalt von unterschiedlichen Werten des durch den Abschnitt 2 gelieferten thermischen Dispersionsverhältnisses und für eine Vielfalt von unterschiedlichen Solltemperaturwerten, die durch einen Anwender eingestellt sind, enthält.

**[0029]** Bei diesem Ausführungsbeispiel enthält der Abschnitt 3 weiterhin Speicherstellen zum Speichern einer vorbestimmten Anzahl von letzten thermischen Dispersionsverhältnissen. Jedes Mal dann, wenn der Abschnitt 2 ein neues thermisches Dispersionsverhältnis ausgibt, wird das älteste der gespeicherten vorherigen thermischen Dispersionsverhältnisse weggeworfen und durch das neueste ersetzt. Der Abschnitt 3 enthält weiterhin eine Einrichtung zum Beurteilen, ob die gespeicherten thermischen Dispersionsverhältnisse um mehr als einen vorbestimmten Betrag voneinander unterschiedlich sind. Wenn dies der Fall ist, erfasst der Abschnitt 3 einen instabilen Zustand, z.B. resultierend aus einem häufigen oder langzeitigen Öffnen der Tür oder durch das Einfügen von extrem warmen oder kalten Gütern. Solange der instabile Zustand vorherrscht, wird der Abschnitt 3 die hohe Temperaturschwelle  $T_{\text{ein}}$  und die niedrige Temperaturschwelle  $T_{\text{aus}}$ , die zum Komparator 4 ausgegeben werden, nicht aktualisieren. Sobald durch den Abschnitt 3 gefunden wird, dass die gespeicherten thermischen Dispersionsverhältnisse um weniger als den vorbestimmten Betrag voneinander unterschiedlich sind, erfasst der Abschnitt 3 einen stabilen Zustand. Solange der stabile Zustand vorherrscht, nimmt der Abschnitt 3 das letzte thermische Dispersionsverhältnis, das durch den Abschnitt 2 geliefert wird, nimmt weiterhin die von einem Anwender eingestellte Solltemperatur, die durch die Einstelleinrichtung 8 geliefert wird, liest aus seiner Datenbank eine niedrige Temperaturschwelle  $T_{\text{aus}}$  und eine hohe Temperaturschwelle  $T_{\text{ein}}$  und gibt diese Schwellen zum Komparator 4 aus. Die Datenbank des Abschnitts 3 kann eine Tabelle sein, die mit Schwellenwerten gefüllt ist, die während eines Testens bei der Entwicklung unter unterschiedlichen Umgebungstemperaturbedingungen empirisch ausgewählt worden sind.

**[0030]** Während bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 der Abschnitt 3 sowohl die niedrige Temperaturschwelle als auch die hohe Temperaturschwelle in Abhängigkeit von der eingestellten Solltemperatur und dem ausgewerteten thermischen Dispersions-

verhältnis zum Komparator **4** liefert, kann derselbe Effekt eines Kompensierens des Einflusses von Umgebungstemperaturschwankungen auf die durchschnittliche Lufttemperatur im Nahrungsmittelfach erhalten werden, wenn nur eine dieser Temperaturschwellen, und zwar vorzugsweise die niedrige Temperaturschwelle, durch den Abschnitt **3** eingestellt wird, während die andere Temperaturschwelle festgehalten wird.

**[0031]** Die **Fig. 3** zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** bezüglich des Abschnitts **2** zum Auswerten eines thermischen Dispersionsverhältnisses. Alle anderen Elemente der **Fig. 3** sind nicht unterschiedlich von den entsprechenden Elementen der **Fig. 2**, so dass ihre Beschreibung nicht wiederholt werden muss.

**[0032]** Gemäß dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 3** ist der Abschnitt **2** zum Auswerten eines thermischen Dispersionsverhältnisses basierend auf einem Verhältnis der Abfallrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor im Aus-Zustand ist, zu einer Anstiegsrate einer Temperatur, wenn der Kompressor im Ein-Zustand ist, gebildet, um die Ein-Zeit  $t_{\text{ein}}$  des Kompressors und die Aus-Zeit  $t_{\text{aus}}$  des Kompressors zu messen. Dafür empfängt der Abschnitt **2** Information über den aktuellen Betriebszustand des Kompressors **6** vom Komparator **4**. Jedes Mal dann, wenn der Kompressor **6** seinen Betriebszustand geändert hat, berechnet der Abschnitt **2** ein Verhältnis  $t_{\text{ein}}/t_{\text{aus}}$  zum Auswerten des thermischen Dispersionsverhältnisses der Kühlvorrichtung und gibt dieses Verhältnis zum Abschnitt **3** aus. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel erfordert der Abschnitt **2** keine Eingabe vom Temperatursensor **7** an dem Verdampfer, weil bei diesem Ausführungsbeispiel die Auswertung des thermischen Dispersionsverhältnisses auf Raten eines Abfalls und eines Anstiegs einer Verdampfertemperatur basiert, welche wiederum auf derselben Temperaturdifferenz  $\Delta T = T_{\text{ein}} - T_{\text{aus}}$  basieren. Während eines Normalbetriebs der Kühlvorrichtung bleibt diese Temperaturdifferenz konstant, so dass das Verhältnis  $t_{\text{ein}}/t_{\text{aus}}$  eine zuverlässige Auswertung des in den Abschnitt **3** eingegebenen thermischen Dispersionsverhältnisses ist.

**[0033]** **Fig. 4** zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel der **Fig. 3** nur bezüglich des Abschnitts **2**. Alle übrigen Elemente sind von den entsprechenden Elementen in den **Fig. 2** und **3** nicht unterschiedlich, so dass ihre Beschreibung nicht wiederholt werden muss.

**[0034]** Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wertet der Abschnitt **2** ein thermisches Dispersionsverhältnis

der Kühlvorrichtung basierend auf dem Tastgrad des Kompressors **6** aus. Dafür empfängt der Abschnitt **2** eine Anzeige über den aktuellen Betriebszustand des Kompressors **6** vom Komparator **4**. Der Abschnitt **2** misst die Ein-Zeitperiode  $t_{\text{ein}}$  des Kompressors und die Aus-Zeitperiode  $t_{\text{aus}}$  des Kompressors. Jedes Mal dann, wenn sich der Betriebszustand des Kompressors geändert hat, berechnet der Abschnitt **2** einen neuen Tastgrad aus der letzten beendeten Ein-Periode und der letzten beendeten Aus-Periode des Kompressors. Die Tastgrade, die durch den Abschnitt **2** berechnet sind, werden als Auswertung des thermischen Dispersionsverhältnisses der Kühlvorrichtung in den Abschnitt **3** eingegeben.

**[0035]** Eine Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung ist zum Steuern der Temperatur in dem Fach für frische Nahrungsmittel geeignet, das auch Kühlfach genannt wird. Sie ist gleichermaßen geeignet zum Steuern der Temperatur in einem Gefrierfach zum Lagern von gefrorenen Nahrungsmitteln einer Kühlvorrichtung. Eine Steuerung ist insbesondere zum Steuern der Temperatur in einer Kühlvorrichtung geeignet, die ein Gefrierfach und ein Kühlfach kombiniert. Wenn eine solche Kühlvorrichtung einen starken Kompressor und einen einzelnen Kühlvorrichtungskreis mit einer Reihenschaltung aus dem Verdampfer im Kühlfach und dem Verdampfer im Gefrierfach hat, und einen Temperatursensor nur an dem Verdampfer des Kühlfachs, kann die Steuerung die Temperatur im Gefrierfach bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturbedingungen im Wesentlichen stabil halten.

**[0036]** Der Ausdruck Gefrierfach bezieht sich auf Fächer mit wenigstens einem Stern.

**[0037]** Eine Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung kann den Einfluss von Umgebungstemperaturen auf die Temperatur innerhalb des Nahrungsmittelfachs einer Kühlvorrichtung im Wesentlichen unabhängig von der Nahrungsmittelbeladung kompensieren und erfordert keinen separaten Umgebungstemperatursensor.

## Patentansprüche

1. Steuerung zum Steuern der Temperatur in einem Nahrungsmittelfach einer Kühlvorrichtung mit einem Verdampfer, der in dem Nahrungsmittelfach angeordnet ist, und einem Kompressor (**6**) zum Zirkulieren von Kühlungsfluid durch den Verdampfer, wobei die Steuerung (**1**) folgendes aufweist:

- eine Einrichtung (**8**) zum Empfangen eines Solltemperaturwerts von einer Solltemperatur-Einstelleinrichtung für das Nahrungsmittelfach;
- eine Einrichtung (**7**) zum Empfangen eines tatsächlichen Temperaturwerts des Verdampfers in einem Kühlfach der Kühlvorrichtung;

- eine Einrichtung (4) zum Einschalten des Kompressors (6), wenn die tatsächliche Temperatur eine hohe Temperaturschwelle ( $T_{on}$ ) übersteigt, und zum Ausschalten des Kompressors (6), wenn die tatsächliche Temperatur unter eine niedrige Temperaturschwelle ( $T_{off}$ ) abfällt, wobei wenigstens eine der Temperaturschwellen in Abhängigkeit von der Solltemperatur des Nahrungsmittelfachs bestimmt wird;
- eine Einrichtung (3) zum Kompensieren einer Abhängigkeit einer Durchschnittstemperatur im Nahrungsmittelfach von einer Umgebungstemperatur der Kühlvorrichtung durch Einstellen der niedrigen Temperaturschwelle ( $T_{off}$ ) und/oder der hohen Temperaturschwelle ( $T_{on}$ ), wobei die Kompensationseinrichtung (3) geeignet ist, eine Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur zu messen, wenn der Kompressor im Aus-Zustand ist;

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Kompensationseinrichtung (3) dazu geeignet ist, ein thermisches Dispersionsverhältnis basierend auf einem Verhältnis der Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor (6) im Aus-Zustand ist, zu einer Abfallrate einer Temperatur, wenn der Kompressor (6) im Ein-Zustand ist, zu bewerten und die niedrige Temperaturschwelle ( $T_{off}$ ) und/oder die hohe Temperaturschwelle ( $T_{on}$ ) gemäß dem thermischen Dispersionsverhältnis einzustellen.

2. Steuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Kompensationseinrichtung (3) dazu geeignet ist, die Abfallrate und/oder die Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur durch Messen einer Änderung einer Verdampfertemperatur über eine spezifizierte Zeitperiode ( $\Delta t$ ) oder durch Messen einer Zeitperiode, während welcher sich die Verdampfertemperatur um einen spezifizierten Betrag ( $\Delta T$ ) ändert, zu bestimmen.

3. Steuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Kompensationseinrichtung (3) dazu geeignet ist, eine Periode ( $t_{on}$ ), wenn der Kompressor (6) im Ein-Zustand ist, und eine Periode ( $t_{off}$ ), wenn der Kompressor im Aus-Zustand ist, zu messen und das thermische Dispersionsverhältnis aus einem Verhältnis ( $t_{on}/t_{off}$ ) der EIN-Zeitperiode zu der AUS-Zeitperiode zu erhalten.

4. Steuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Kompensationseinrichtung (3) dazu geeignet ist, eine Periode ( $t_{on}$ ), wenn der Kompressor (6) im Ein-Zustand ist, und eine Periode ( $t_{off}$ ), wenn der Kompressor (6) im Aus-Zustand ist, zu messen und das thermische Dispersionsverhältnis aus einem Verhältnis der AUS-Zeitperiode ( $t_{off}$ ) zu einer Summe ( $t_{on} + t_{off}$ ) der EIN-Zeitperiode und der AUS-Zeitperiode zu erhalten.

5. Steuerung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

- eine Nachschautabelleneinrichtung (3) zum Speichern von Werten für die niedrige Temperaturschwelle und/oder von Werten für die hohe Temperaturschwelle in Zusammenhang mit verschiedenen Werten des thermischen Dispersionsverhältnisses und mit Solltemperaturwerten des Nahrungsmittelfachs;
- wobei die Kompensationseinrichtung (3) dazu geeignet ist, die niedrige Temperaturschwelle und/oder die hohe Temperaturschwelle aus einer Stelle in der Nachschautabelle zu lesen, die durch das bewertete thermische Dispersionsverhältnis und die Solltemperatur des Nahrungsmittelfachs angezeigt wird.

6. Steuerung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Kompensationseinrichtung (3) dazu geeignet ist, eine vorbestimmte Anzahl von aufeinander folgend bewerteten thermischen Dispersionsverhältnissen zu speichern; und
- eine Einstellung der niedrigen Temperaturschwelle ( $t_{off}$ ) und/oder der hohen Temperaturschwelle ( $t_{on}$ ) zu verhindern, wenn sich die vorbestimmte Zahl von thermischen Dispersionsverhältnissen von einander um mehr als eine vorbestimmte Varianzschwelle unterscheidet.

7. Steuerung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- wenigstens die Kompensationseinrichtung (3) in einer Mikrosteuerung implementiert ist.

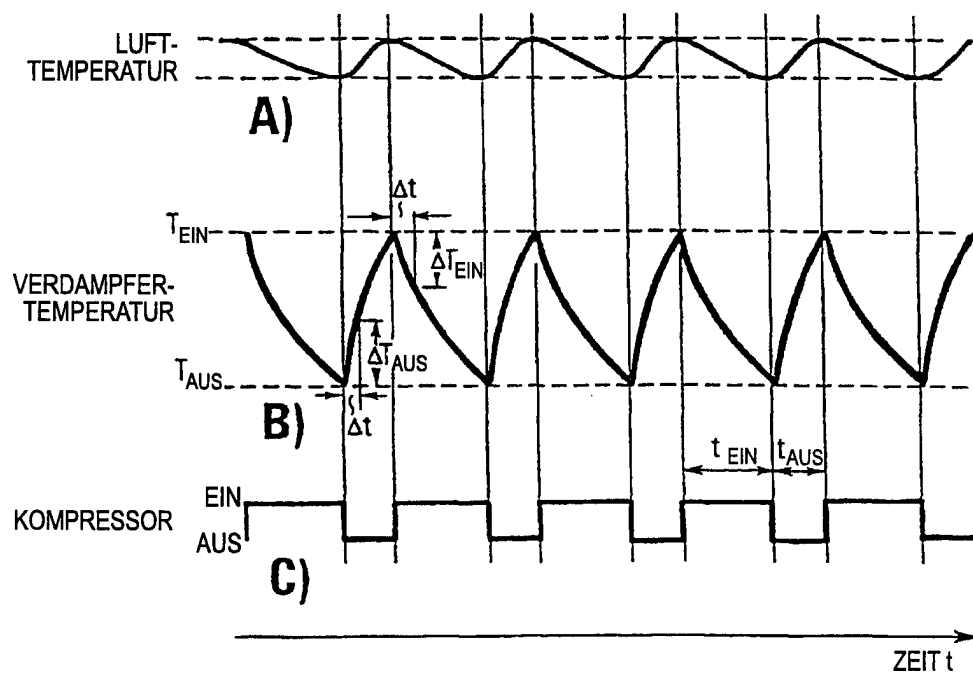
8. Verfahren zum Steuern der Temperatur in einem Nahrungsmittelfach einer Kühlvorrichtung mit einem Verdampfer, der im Nahrungsmittelfach angeordnet ist, und einem Kompressor (6) zum Zirkulieren eines Kühlfluids durch den Verdampfer, welches Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- Empfangen eines Solltemperaturwerts für das Nahrungsmittelfach;
  - Empfangen eines aktuellen Temperaturwerts des Verdampfers im Nahrungsmittelfach der Kühlvorrichtung;
  - Einschalten des Kompressors (6), wenn die aktuelle Temperatur eine hohe Temperaturschwelle ( $T_{on}$ ) übersteigt, und Ausschalten des Kompressors (6), wenn die aktuelle Temperatur unter eine niedrige Temperaturschwelle ( $T_{off}$ ) abfällt; wobei wenigstens eine der Temperaturschwellen in Abhängigkeit von der Solltemperatur des Nahrungsmittelfachs bestimmt wird;
  - Messen einer Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor (6) im Aus-Zustand ist, und Kompensieren einer Abhängigkeit des Durchschnittswerts im Nahrungsmittelfach von einer Umgebungstemperatur durch Einstellen der niedrigen Temperaturschwelle und/oder der hohen Temperaturschwelle;
- gekennzeichnet durch

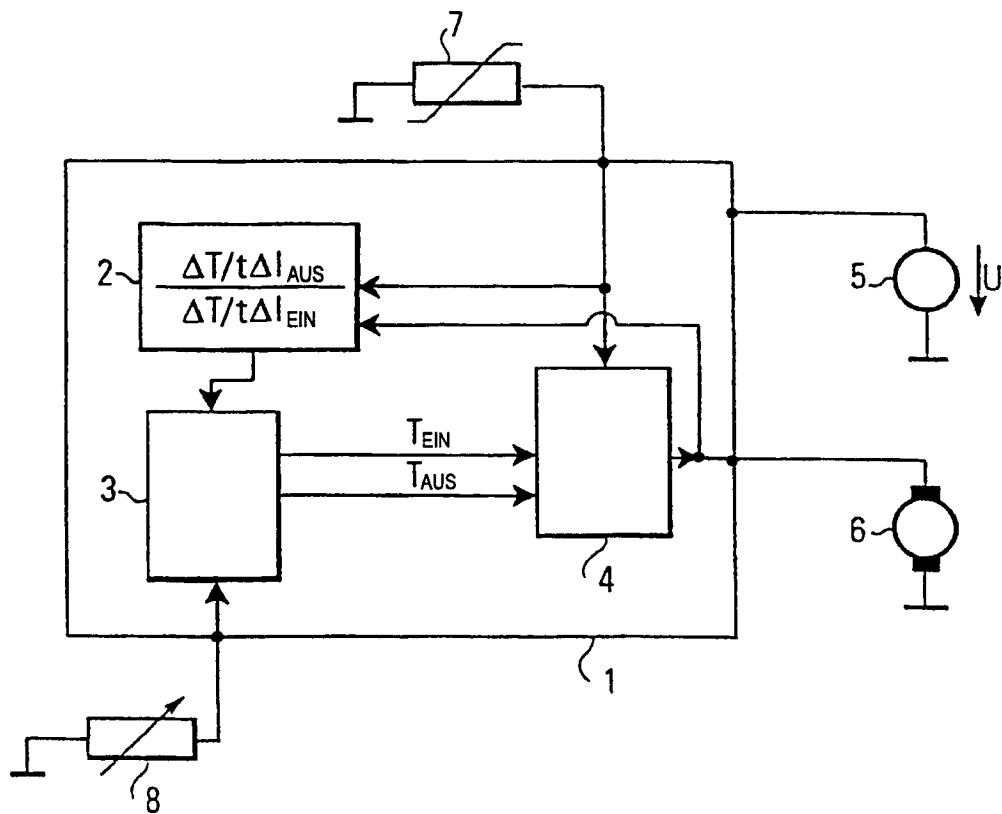
– Bewerten eines thermischen Dispersionsverhältnisses basierend auf einem Verhältnis der Anstiegsrate einer Verdampfertemperatur, wenn der Kompressor (6) im Aus-Zustand ist, zu einer Abfallrate einer Temperatur, wenn der Kompressor (6) im Ein-Zustand ist, und Einstellen der niedrigen Temperaturschwelle ( $T_{\text{off}}$ ) und/oder der hohen Temperaturschwelle ( $T_{\text{on}}$ ) gemäß dem thermischen Dispersionsverhältnis.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

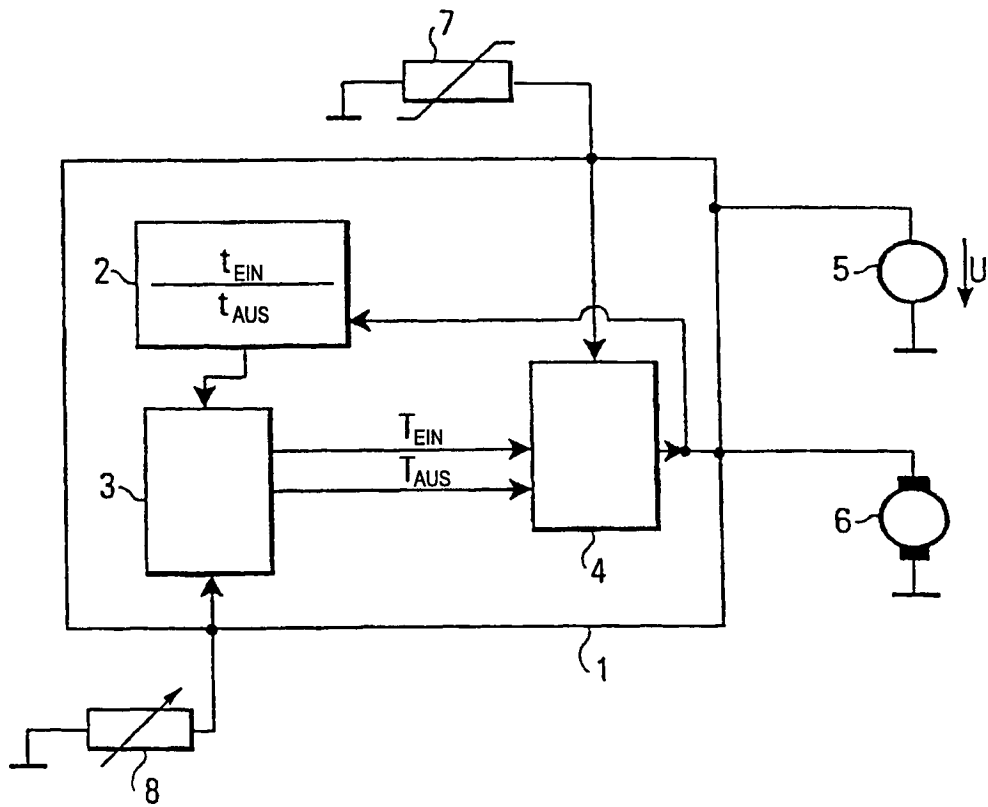
FIG.1



**FIG.2**



**FIG.3**



**FIG.4**

