



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.11.2024 Patentblatt 2024/45

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F25B 5/02 ^(2006.01) **F25B 49/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24168630.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25B 49/02; F25B 5/02; F25B 2400/0401;
F25B 2400/0411

(22) Anmeldetag: **05.04.2024**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Heinkele, Matthias**
71229 Leonberg (DE)
• **Maier, Rainer**
70439 Stuttgart (DE)

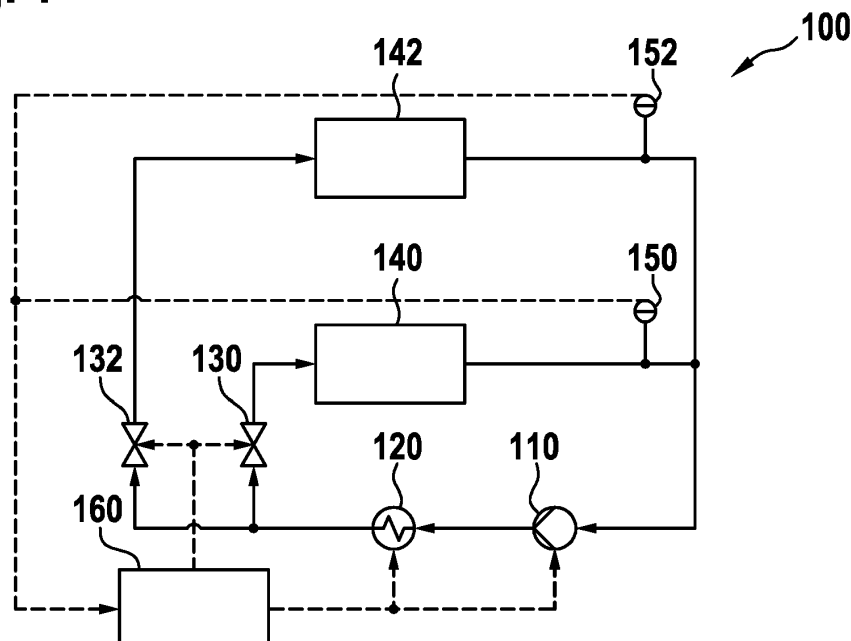
(30) Priorität: **03.05.2023 DE 102023204092**

(54) **VERFAHREN, RECHENEINHEIT UND COMPUTERPROGRAMM ZUM BETREIBEN EINES TEMPERIERSYSTEMS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren (200) zum Betreiben eines Temperiersystems (100), das zumindest einen Verdichter (110) und zumindest ein Expansionsventil (130, 132) sowie zumindest eine zu temperierende Komponente (140, 142) aufweist, umfassend ein Regeln einer thermischen Größe des Temperiersystems (100) auf einen Sollwert unter Verwendung einer Verdichtungsleistung und/oder einer Ventilstellung des zumindest einen Verdichters (110) bzw. des zumindest einen

Expansionsventils (130, 132) als Stellgröße, umfassend ein Vorsteuern (212, 222) der Stellgröße, ein Bestimmen (214) eines in Reaktion auf das Vorsteuern (212) zu erwartenden zeitlichen Verlaufs der thermischen Größe, und ein Regeln (216, 226) der thermischen Größe unter Berücksichtigung des ermittelten zu erwartenden Verlaufs. Ferner werden eine Recheneinheit (160) und ein Computerprogramm zur Durchführung eines solchen Verfahrens (200) vorgeschlagen.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Temperiersystems sowie eine Recheneinheit und ein Computerprogramm zu dessen Durchführung.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Temperiersysteme, insbesondere Kühl- oder Heizkreisläufe, weisen typischerweise zumindest einen Verdichter und zumindest zwei Wärmetauscher auf, wobei ein erster Wärmetauscher dazu genutzt wird, ein Temperiermedium auf eine gewünschte Temperatur zu temperieren, und ein zweiter Wärmetauscher dazu genutzt wird, Wärme zwischen dem Temperiermedium und einer zu temperierenden Komponente zu transferieren.

[0003] Zur Beeinflussung der Temperatur kann ein Solldruck saugseitig des Verdichters z.B. mittels einer Verdichtungsleistung, z.B. einer Drehzahl, des Verdichters, geregelt werden. Der Solldruck kann beispielsweise in Abhängigkeit von einer erwünschten thermischen Leistung des Temperiersystems gewählt werden, also beispielsweise in Abhängigkeit von einer Abweichung zwischen einer Solltemperatur und einer aktuellen Temperatur bzw. Isttemperatur der zu temperierenden Komponente. Der Solldruck kann zusätzlich durch konstruktionsseitige Anforderungen begrenzt sein, beispielsweise maximal bzw. minimal zulässiger Druck, Temperaturgrenzwerte, etc. Anstelle des Drucks kann auch ein Wärmestrom als Regelgröße verwendet werden, wobei die genannten Abhängigkeiten und Limitierungen sinngemäß entsprechend ebenso gelten. Neben dem Verdichter ist in Temperiersystemen typischerweise ein Expansionsventil vorgesehen, das ebenfalls als Steller zur Steuerung bzw. Regelung der thermischen Leistung des Temperiersystems verwendet werden kann. In der Regel wird das Expansionsventil dazu verwendet, eine gewünschte Temperaturdifferenz zwischen stromauf und stromab des Verdichters einzustellen, um eine Überhitzung des Temperiermediums stromauf des Verdichters und/oder eine Unterkühlung des Temperiermediums stromauf des Expansionsventils zu vermeiden.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Erfindungsgemäß werden ein Verfahren zum Betreiben eines Temperiersystems sowie eine Recheneinheit und ein Computerprogramm zu dessen Durchführung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

[0005] Wie einführend erläutert, weist das Temperiersystem, insbesondere ein Kühl- oder Heizkreislauf, insbesondere zumindest einen Verdichter und zumindest zwei Wärmetauscher auf, wobei ein erster Wärmetauscher dazu genutzt wird, ein Temperiermedium auf eine

gewünschte Temperatur zu temperieren, und ein zweiter Wärmetauscher dazu genutzt wird, Wärme zwischen dem Temperiermedium und einer zu temperierenden Komponente zu transferieren.

[0006] Die Erfindung bedient sich der Maßnahme, eine Vorsteuerung für die Einstellung einer Regelgröße eines Temperiersystems auf einen Sollwert zu verwenden und einen Reglereingriff zu verhindern, sofern eine Abweichung der Regelgröße von dem Sollwert kleiner ist, als eine durch die Vorsteuerung voraussichtlich bewirkte Änderung der Regelgröße. Dadurch wird ein Schwingen des Reglers vermieden, das sich in herkömmlichen Systemen aufgrund der Trägheit des Systems und der gleichen Stellgröße - Massenstrom - der beiden für die Regelung verwendeten Steller - Verdichter und Expansionsventil - ergeben kann. Insgesamt wird dadurch die Regelung stabiler und der Sollwert wird schneller erreicht.

[0007] Im Einzelnen umfasst ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines Temperiersystems, das zumindest einen Verdichter und zumindest ein Expansionsventil sowie zumindest eine zu temperierende Komponente aufweist, ein Regeln einer thermischen Größe des Temperiersystems auf einen Sollwert unter Verwendung einer Verdichtungsleistung und/oder einer Ventilstellung des zumindest einen Verdichters bzw. des zumindest einen Expansionsventils als Stellgröße, umfassend ein Vorsteuern der Stellgröße, ein Ermitteln bzw. Bestimmen eines durch das Vorsteuern zu erwartenden zeitlichen Verlaufs der thermischen Größe, und ein Regeln der thermischen Größe unter Berücksichtigung des ermittelten zu erwartenden Verlaufs. Damit verringert sich die Gefahr bzw. das Ausmaß eines Überschwingens der Regelgröße.

[0008] Beispielsweise können das Temperiersystem Teil eines Fahrzeugs und die zu temperierenden Komponenten Fahrzeugkomponenten sein, beispielsweise eine Fahrbatterie, eine Brennkraftmaschine, ein Batterieladesystem, ein Innenraumtemperiersystem, eine elektronische Recheneinheit oder dergleichen.

[0009] Unter dem erwarteten zeitlichen Verlauf kann einerseits ein zu dem jeweils aktuellen Zeitpunkt erwarteter Istwert der thermischen Größe, andererseits ein erwarteter Endwert der thermischen Größe (stationärer Wert nach Äquilibration des Temperiersystems) verstanden werden. Diese beiden verschiedenen Varianten werden im Folgenden jeweils gesondert dargestellt.

[0010] Unter der thermischen Größe des Temperiersystems kann im Rahmen der Erfindung insbesondere eine Temperatur der zu temperierenden Komponente und/oder ein Wärmestrom zwischen der zumindest einen zu temperierenden Komponente und einem Temperiermedium und/oder ein Massenstrom des Temperiermediums durch den zumindest einen Verdichter verstanden werden.

[0011] Als Expansionsventil können grundsätzlich feste Drosseln bzw. Blenden oder bevorzugt thermisch gesteuerte Expansionsventile (THX) und/oder elektrische

Expansionsventile verwendet werden.

[0012] Das Vorsteuern umfasst insbesondere, dass die Stellgröße mit einer Vorsteuergröße verrechnet wird, beispielsweise additiv, um eine veränderte Stellgröße zu erhalten. Die Vorsteuergröße wird beispielsweise in Abhängigkeit von dem Sollwert der thermischen Größe bestimmt.

[0013] Insbesondere umfasst das Berücksichtigen des ermittelten zu erwartenden Verlaufs ein Ermitteln einer Differenz eines tatsächlichen Verlaufs der thermischen Größe von dem zu erwartenden Verlauf. Somit kann die Regelung auf Basis der Differenz zwischen erwartetem und tatsächlichem Verlauf erfolgen. Dabei wird insbesondere davon ausgegangen, dass die Vorsteuerung den korrekten Ziel- bzw. Sollwert ansteuert.

[0014] In einer Ausgestaltung kann ein Sperren eines Reglereingriffs auf die Stellgröße, wenn der Betrag der Differenz kleiner als ein vorbestimmbarer Schwellwert ist, und ein Freigeben des Reglereingriffs auf die Stellgröße, wenn der Betrag der Differenz größer als der vorbestimmbare Schwellwert ist, vorgesehen sein. Der Fall, dass der Betrag der Differenz gleich dem vorbestimmbaren Schwellwert ist, kann einer der beiden Varianten zugeordnet sein.

[0015] Durch diese dynamische Reglerfreigabe kann ein Überschwingen der Regelgröße aufgrund gleichzeitiger Vorsteuerung und Regeleingriffe wegen der in Temperiersystemen üblichen großen Zeitkonstanten sicher vermieden werden. Zudem wird dadurch ein unerwünschtes Gegensteuern des Reglers gegen die Vorsteuerung vermieden, wie es bei herkömmlichen Smith-Prädiktoren beobachtet werden kann. Dadurch verkürzt sich die Zeit zum Einregeln des Temperiersystems, wenn der tatsächliche Verlauf dem erwarteten Verlauf voraus-eilt. Bei einem zu starken Vorsteuereingriff kann es durch diese Vorgehensweise hingegen zu einem etwas verspäteten (der Vorsteuerung entgegengesetzten) Reglereingriff kommen.

[0016] Insbesondere kann der Schwellwert zeitlich veränderlich sein, wobei er bevorzugt mit fortschreiten-der Dauer des Verfahrens abnimmt.

[0017] Wenn das Berücksichtigen des zu erwartenden Verlaufs, wie oben in einer Variante beschrieben, das Berücksichtigen nur des erwarteten Endwerts der thermischen Größe bedeutet, so ergibt sich durch einen sich zeitlich verändernden Schwellwert der Vorteil, dass ei-nerseits der Reglereingriff auch bei noch großer Diffe-renz zwischen aktueller thermischer Größe und erwart-etem Endwert sicher verhindert wird, andererseits bei Annäherung des Istwerts an den Endwert eine präzise Regelung ermöglicht wird.

[0018] Wenn das Berücksichtigen des zu erwarteten Verlaufs hingegen das Berücksichtigen jeweils des ak-tuell erwarteten Verlaufswerts der thermischen Größe bedeutet, kann mit einem zeitlich veränderlichen Schwellwert im dynamischen Bereich eine andere, ins-besondere größere, Toleranz für Abweichungen zwi-schen Istwert und erwartetem Istwert eingestellt werden,

als im stationären Bereich (also nach Erreichen des End-werts des erwarteten Verlaufs).

[0019] Somit kann der Dynamik bzw. Trägheit des Temperiersystems Rechnung getragen werden, was das Verfahren einerseits robuster, andererseits jedoch auch präziser macht.

[0020] In einigen Ausgestaltungen (insbesondere in dem Fall, in dem jeweils der aktuelle Verlaufswert der Größe berücksichtigt wird) wird der Schwellwert in Ab-hängigkeit von dem ermittelten zu erwartenden Verlauf vorbestimmt. Beispielsweise kann ein relativer Schwell-wert fest vorgegeben sein, so dass sich der absolute Schwellwert aus dem ermittelten Verlauf ergibt. Weiters könnte mit fortschreitender Verfahrensdauer der Schwellwert sinken, der Toleranzbereich also insgesamt näher an den erwarteten Verlauf heranrücken, wodurch mit fortschreitender Zeit ein Reglereingriff immer wahr-scheinlicher wird, die Größe des Reglereingriffs jedoch abnimmt. Dadurch wird eine besonders präzise Steue-rung vor allem dann erreicht, wenn durch die Vorsteue-rung bereits der Großteil der Steuerung erfolgt ist.

[0021] In einigen Ausgestaltungen der Erfindung wer-den zumindest zwei zu temperierende Komponenten von dem zumindest einen Verdichter mit Temperiermedium versorgt. Dabei kann eine Aufteilung des Massenstroms des Temperiermediums auf die zumindest zwei Kompo-nenten entsprechend einem thermischen Bedarf be-stimmt werden. Insbesondere kann die Aufteilung des Massenstroms durch entsprechende Steuerung des zu-mindest einen Expansionsventils bewirkt werden. Insbe-sondere kann für jede zu temperierende Komponente ein dediziertes Expansionsventil vorgesehen sein, mit dessen Stellgröße jeweils wie oben beschrieben verfahren wird. Dadurch können ggf. Anlagenkomponenten eingespart werden, insbesondere Verdichter und Wär-metauscher, Ventilatoren, Ventile und dergleichen.

[0022] Insbesondere können dabei die zumindest zwei Komponenten auf unterschiedlichen Temperaturniveaus betrieben werden. Dadurch kann die Erfindung beson-ders flexibel eingesetzt werden.

[0023] Unter einem Temperaturniveau wird in diesem Zusammenhang eine Temperatur verstanden, die nicht notwendigerweise exakt bestimmt ist, jedoch in einem vorbestimmbaren Bereich liegt. Beispielsweise kann ei-ne Temperaturniveau durch einen Temperaturwert cha-rakterisiert sein, um den herum die tatsächliche Tempe-ratur der auf diesem Temperaturniveau betriebenen Komponente liegt oder auch schwankt. Beispielsweise können die Grenzen des Bereichs 5%, 10%, 20% oder 50% oder auch 5°C, 10°C, 20°C oder 50°C um einen mittleren Temperaturwert herum liegen. Die Bereiche be-nachbarter Temperaturniveaus können miteinander überlappen oder disjunkt sein.

[0024] Eine erfindungsgemäße Recheneinheit, z.B. ein Steuergerät eines Kraftfahrzeugs, ist, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungs-gemäßes Verfahren durchzuführen.

[0025] Auch die Implementierung eines erfindungsge-

mäßen Verfahrens in Form eines Computerprogramms oder Computerprogrammprodukts mit Programmcode zur Durchführung aller Verfahrensschritte ist vorteilhaft, da dies besonders geringe Kosten verursacht, insbesondere wenn ein ausführendes Steuergerät noch für weitere Aufgaben genutzt wird und daher ohnehin vorhanden ist. Schließlich ist ein maschinenlesbares Speichermedium vorgesehen mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm wie oben beschrieben. Geeignete Speichermedien bzw. Datenträger zur Bereitstellung des Computerprogramms sind insbesondere magnetische, optische und elektrische Speicher, wie z.B. Festplatten, Flash-Speicher, EEPROMs, DVDs u.a.m. Auch ein Download eines Programms über Computernetze (Internet, Intranet usw.) ist möglich. Ein solcher Download kann dabei drahtgebunden bzw. kabelgebunden oder drahtlos (z.B. über ein WLAN-Netz, eine 3G-, 4G-, 5G- oder 6G-Verbindung, etc.) erfolgen.

[0026] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0027] Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben.

[0028] Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 zeigt eine Ausgestaltung eines Temperiersystems, wie es in Ausgestaltungen der Erfindung verwendet werden kann, in schematischer Darstellung.

Figur 2 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung in vereinfachter schematischer Darstellung in Form eines Blockdigramms.

Ausführungsform(en) der Erfindung

[0029] In Figur 1 ist ein Temperiersystem, wie es in Ausgestaltungen der Erfindung verwendet werden kann, schematisch gezeigt und insgesamt mit 100 bezeichnet.

[0030] In dem gezeigten Beispiel ist das Temperiersystem 100 als Kältemittelkreis ausgebildet und umfasst eine Kältemittelpumpe 110 und einen Wärmetauscher 120. Ferner sind in dem gezeigten Beispiel zwei Kältemittelpfade mit jeweils einem (Expansions-)Ventil (z.B. Drosselventil) 130, 132, Sensor 150, 152 (z.B. Temperatursensor, Massenstromsensor, ...) und einer zu kühlenden Komponente 140, 142 parallel zueinander angeordnet. Es sei betont, dass die Erfindung mit beliebigen Topologien von Temperiersystemen verwendbar ist, beispielsweise mit der gezeigten 3-Wärmetauscher-Topologie (Wärmetauscher 120 plus jeweils ein Wärmetauscher in Komponenten 140, 142), aber auch mit mehr oder weniger Wärmetauschern bzw. zu temperierenden Komponenten, beispielsweise mit einer 2-Wärmetauscher-Topologie, in der nur eine einzige zu temperierende Komponente vorgesehen ist.

[0031] Unabhängig von der konkret gewählten Ausgestaltung des Temperiersystems (Kältemittelkreises) 100 wird Temperiermedium (Kältemittel) durch den Verdichter (Kältemittelpumpe) 110 gefördert und dem Wärmetauscher 120 zugeführt. Ventile 130, 132 begrenzen den Massenstrom des Kältemittels durch den jeweils zugeordneten Kältemittelpfad und somit die thermische Größe, die an der jeweiligen Komponente 140, 142 aufgebracht wird. Die thermische Größe kann beispielsweise ein Wärmestrom von der zu temperierenden Komponente 140, 142 in das Temperiermedium oder ein Massenstrom des Temperiermediums (Kältemittels) oder eine Temperatur der zu temperierenden Komponente 140, 142 sein. Die Steuerung dieser thermischen Größe erfolgt durch eine Recheneinheit 160, beispielsweise ein Steuergerät eines Fahrzeugs, in dem der Kältemittelkreis 100 angeordnet ist. Dazu ist die Recheneinheit 160 datenleitend mit den verschiedenen Aktuatoren (Ventile 130, 132, Kältemittelpumpe 110, ggf. Wärmetauscher 120, der beispielsweise mittels eines Gebläses in seiner thermischen Größe gesteuert werden kann) verbunden. Ferner ist die Recheneinheit 160 datenempfangend mit Sensoren 150, 152 verbunden, die Daten zum Betriebszustand des jeweiligen Kältemittelpfades erfassen. Beispielsweise können die Sensoren 150, 152 als Temperatursensor, Massenstromsensor und/oder Drucksensor ausgebildet sein.

[0032] In Figur 2 ist eine Ausgestaltung der Erfindung schematisch anhand eines Blockdiagramms dargestellt und insgesamt mit 200 bezeichnet. Beispielsweise kann das Blockdiagramm als Visualisierung einer Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Verfahrens 200 interpretiert werden. Das Verfahren 200 kann insbesondere zur Steuerung des in Figur 1 dargestellten Kältemittelkreises 100 verwendet werden, wie im Folgenden beispielhaft beschrieben. Allerdings ist das Verfahren 200, wie bereits einleitend erläutert, nicht auf die spezifische Topologie des in Figur 1 dargestellten Kältemittelkreises festgelegt, sondern kann auch zur Steuerung anders ausgestalteter Temperiersysteme (heizender und/oder kühlender Art) verwendet werden.

[0033] Die Steuerung der Kältemittelpumpe 110 im Rahmen des Verfahrens 200 wird zusammenfassend mit 210 bezeichnet, die Steuerung der Ventile 130, 132 mit 220.

[0034] Die Steuerung 210 der Pumpe 110 umfasst in dem gezeigten Beispiel eine Vorsteuerung 212, die hier eine Pumpleistung als (erste) Vorsteuergröße in Abhängigkeit von einer an der zu kühlenden Komponente angeforderten thermischen Größe vorgibt. Die Vorsteuergröße wird mit einer Stellgröße aus einer Regelung 216 verrechnet, insbesondere additiv, um eine veränderte Stellgröße zu erhalten (Verknüpfung "+" in Fig. 2). Diese veränderte Stellgröße (hier beispielsweise Pumpleistung bzw. Massenstrom des Kältemittels) wird als Ansteuersignal an einen Antrieb 218 der Pumpe 110 übermittelt. Der Antrieb 218 stellt auf Basis der durch die Vorsteuerung und der Regelung 216 bereitgestellten Vorgabe

(veränderte Stellgröße) eine entsprechende Förderleistung der Pumpe 110 ein.

[0035] Daneben wird die Vorsteuergröße an einen Prädiktor 214 übermittelt. Der Prädiktor 214 ermittelt aus der Vorsteuergröße der Vorsteuerung 212 eine zu erwartende zeitliche Entwicklung der thermischen Größe an der zu kühlenden Komponente 140 bzw. 142.

[0036] Die Steuerung 220 des Ventils 130, 132 funktioniert analog zu der Steuerung 210 der Pumpe 110, jedoch ohne Prädiktor. Eine Vorsteuerung 222 gibt eine Vorgabe zur Ventilsteuerung als (zweite) Vorsteuergröße aus, die auf Basis der angeforderten thermischen Größe (d.h. Sollwert) ermittelt wird. Die (zweite) Vorsteuergröße wird hier ebenfalls mit einer Stellgröße aus einer Ventilregelung 226 verrechnet (z.B. addiert). Auf Basis der kombinierten Vorgabe aus Vorsteuergröße und Stellgröße wird ein Aktuator 228 aktiviert, der das Ventil (130 bzw. 312) entsprechend der Vorgabe einstellt. Die Vorgabe bzw. Stellgröße kann hier, wie auch im Falle der Pumpensteuerung 210, insbesondere ein erwünschter Massenfluss sein.

[0037] Aus dem mittels der Steller 218, 228 eingestellten Massenflüssen bzw. daraus resultierenden Druckverläufen ergibt sich in einem Kühlschritt bzw. im System 230 eine tatsächliche thermische Größe an der zu kühlenden Komponente.

[0038] Diese tatsächliche thermische Größe wird in einem Schritt 240 ermittelt, insbesondere mittels der Sensorik 150, 152. Die ermittelte thermische Größe dient als Grundlage für die Regelung der thermischen Größe über entsprechende Regler 216, 226. Dabei wird die ermittelte thermische Größe (Istwert) von der angeforderten thermischen Größe (Sollwert) abgezogen (Verknüpfung "-").

[0039] Im Falle des Reglers 216 der Pumpensteuerung 210 wird das Ergebnis der Prädiktion 214 der Wirkung der Vorsteuerung 212 in der Regelung berücksichtigt. Beispielsweise kann dies ebenfalls durch eine Subtraktion der erwarteten Veränderung der thermischen Größe von der Differenz zwischen angeforderter und tatsächlicher thermischer Größe erfolgen. Dabei kann zur Ermittlung der erwarteten Veränderung beispielsweise eine Dauer, die zwischen Reglereingriff und dessen Wirkung vergeht, zugrunde gelegt werden, so dass als die erwartete Veränderung eine Differenz zwischen dem Istwert der thermischen Größe und dem erwarteten Istwert der Größe nach Ablauf der "Totzeit" verwendet werden kann. Alternativ kann auch eine Differenz zwischen dem Istwert und dem erwarteten Endwert, also einem stationären Zustand des Temperiersystems 100 nach Äquilibrium auf Basis der allein durch die Vorsteuerung eingestellten thermischen Größe, als die erwartete Veränderung verwendet werden. Damit wird verhindert, dass der Regler gegensteuert, wenn die Vorsteuerung voraussichtlich übersteuert, bevor die angeforderte thermische Größe erreicht ist.

[0040] In einer Ausgestaltung wird der Regler dann aktiviert, wenn durch die Vorsteuerung die angeforderte thermische Größe voraussichtlich nicht vollständig er-

reicht wird, also die voraussichtliche Wirkung der Vorsteuerung kleiner als die ermittelte Differenz zwischen tatsächlicher und angeforderter Größe ist. Mit anderen Worten wird der Regler 216 erst dann aktiviert, wenn die durch die Vorsteuerung 212 verursachte Veränderung der thermischen Größe voraussichtlich nicht ausreicht, um die Differenz zwischen angeforderter und tatsächlicher thermischer Größe zu schließen. Dabei ist die genaue Ausgestaltung der Prädiktion 214 unerheblich.

[0041] In dem dargestellten Beispiel ist eine derartige Prädiktion nur im Rahmen der Pumpensteuerung 210 vorgesehen, nicht jedoch im Rahmen der Ventilsteuerung 220. In anderen Ausgestaltungen der Erfindung kann eine solche Prädiktion jedoch auch im Rahmen der Ventilsteuerung 220 oder in beiden Steuerungen 210, 220 vorgesehen sein, insbesondere wenn das Ventil zur Druck- bzw. Wärmestrom-Regelung verwendet wird.

[0042] Die Prädiktion 214 der erwarteten Wirkung der Vorsteuerung 212 verhindert ein Aufschaukeln zwischen Regler und Vorsteuerung und trägt somit zu einem schnelleren Erreichen der angeforderten thermischen Größe (bzw. einer dieser zugrundeliegenden Zieltemperatur) bei.

[0043] Es sei betont, dass das hier beschriebene schrittweise Vorgehen nicht zwingend eingehalten werden muss, um die Erfindung zu nutzen. Einige der beschriebenen Schritte können gegebenenfalls auch in anderer, beispielsweise umgekehrter, Reihenfolge oder auch teilweise parallel zueinander oder simultan durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren (200) zum Betreiben eines Temperiersystems (100), das zumindest einen Verdichter (110) und zumindest ein Expansionsventil (130, 132) sowie zumindest eine zu temperierende Komponente (140, 142) aufweist, umfassend ein Regeln einer thermischen Größe des Temperiersystems (100) auf einen Sollwert unter Verwendung einer Verdichtungsleistung und/oder einer Ventilstellung des zumindest einen Verdichters (110) bzw. des zumindest einen Expansionsventils (130, 132) als Stellgröße, umfassend

Vorsteuern (212, 222) der Stellgröße, Bestimmen (214) eines in Reaktion auf das Vorsteuern (212) zu erwartenden zeitlichen Verlaufs der thermischen Größe, und Regeln (216, 226) der thermischen Größe unter Berücksichtigung des ermittelten zu erwartenden Verlaufs.

2. Verfahren (200) nach Anspruch 1, wobei die Berücksichtigung (214) des zu erwartenden Verlaufs ein Ermitteln einer Differenz eines tatsächlichen Verlaufs der thermischen Größe von dem zu erwartenden

den Verlauf, und ein Regeln (216, 226) der thermischen Größe unter Berücksichtigung der Differenz umfasst.

3. Verfahren (200) nach Anspruch 2, umfassend Sperren eines Reglereingriffs (216, 226) auf die Stellgröße, wenn der Betrag der Differenz kleiner als ein vorbestimmbare Schwellwert ist, und Freigeben des Reglereingriffs (216, 226) auf die Stellgröße, wenn der Betrag der Differenz größer als der vorbestimmbare Schwellwert ist. 5 10
4. Verfahren (200) nach Anspruch 3, wobei der vorbestimmbare Schwellwert zeitlich veränderlich ist, insbesondere mit fortschreitender Dauer des Verfahrens abnimmt. 15
5. Verfahren (200) nach Anspruch 3 oder 4, wobei der vorbestimmbare Schwellwert in Abhängigkeit von dem ermittelten zu erwartenden Verlauf vorbestimmt wird. 20
6. Verfahren (200) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die thermische Größe des Temperiersystems (100) eine Temperatur der zu temperierenden Komponente (140, 142) und/oder ein Wärmestrom zwischen der zumindest einen zu temperierenden Komponente (140, 142) und einem Temperiermedium und/oder ein Massenstrom des Temperiermediums durch den zumindest einen Verdichter (110) und/oder eine Temperatur der zumindest einen zu temperierenden Komponente (140, 142) ist. 25 30
7. Verfahren (200) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zumindest zwei zu temperierende Komponenten (140, 142) von dem zumindest einen Verdichter (110) mit Temperiermedium versorgt werden, wobei eine Aufteilung des Massenstroms des Temperiermediums auf die zumindest zwei Komponenten entsprechend einem jeweiligen thermischen Bedarf der Komponenten (140, 142) bestimmt wird. 35 40
8. Verfahren (200) nach Anspruch 7, wobei die zumindest zwei Komponenten (140, 142) auf unterschiedlichen Temperaturniveaus betrieben werden, wobei die unterschiedlichen Temperaturniveaus durch entsprechende Aufteilung des Massenstroms eingestellt werden. 45 50
9. Recheneinheit (160), die dazu eingerichtet ist, alle Verfahrensschritte eines Verfahrens (200) nach einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen. 55
10. Computerprogramm, das eine Recheneinheit (160) dazu veranlasst, alle Verfahrensschritte eines Verfahrens (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 8

durchzuführen, wenn es auf der Recheneinheit (160) ausgeführt wird.

11. Maschinenlesbares Speichermedium mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm nach Anspruch 10.

Fig. 1

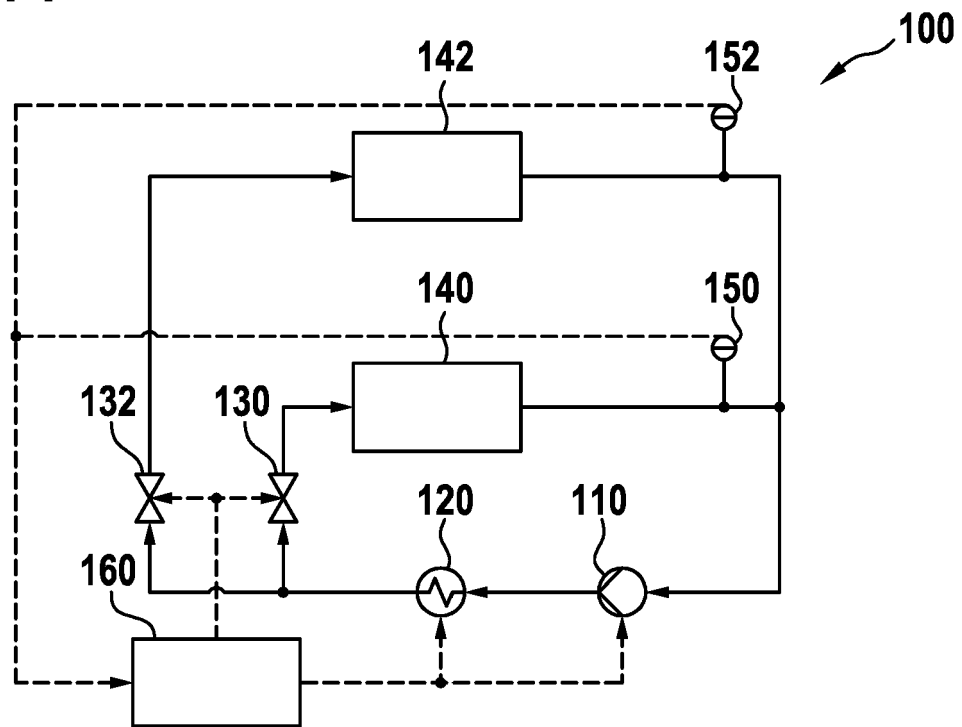
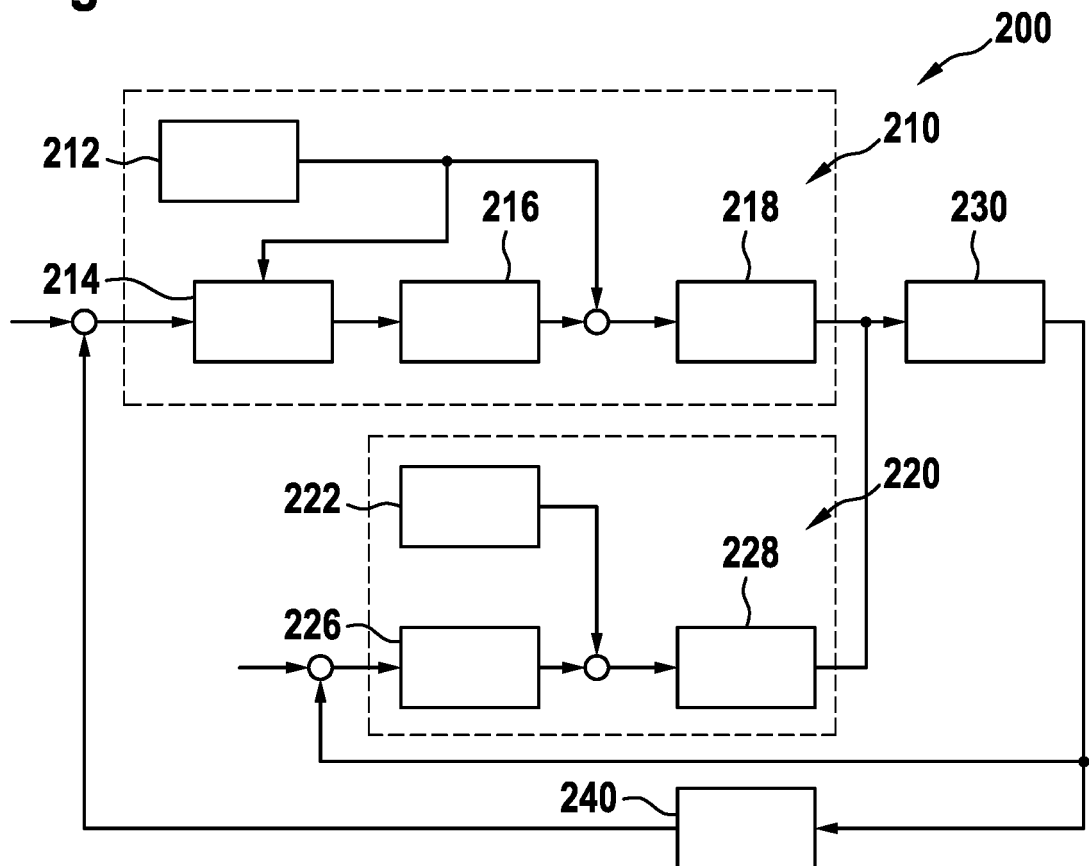


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 16 8630

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2019 119754 B3 (PORSCHE AG [DE]) 23. Juli 2020 (2020-07-23) * Absätze [0017] - [0051]; Ansprüche 1, 6-9; Abbildung 1 *	1-11	INV. F25B5/02 F25B49/02
X	EP 3 268 682 B1 (CARRIER CORP [US]) 24. August 2022 (2022-08-24) * Absätze [0014] - [0016]; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. August 2024	Prüfer Amous, Moez
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 16 8630

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-08-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102019119754 B3	23-07-2020	KEINE	
15	EP 3268682 B1	24-08-2022	CN 107429958 A	01-12-2017
			EP 3268682 A1	17-01-2018
			ES 2926137 T3	24-10-2022
			US 2018066879 A1	08-03-2018
			WO 2016144929 A1	15-09-2016
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82