



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 051 127 A1** 2009.04.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 051 127.4**

(22) Anmeldetag: **24.10.2007**

(43) Offenlegungstag: **30.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F24F 11/00** (2006.01)
B60H 1/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Behr GmbH & Co. KG, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Lochmahr, Karl, Dipl.-Ing. (FH), 71665 Vaihingen,
DE; Baruschke, Wilhelm, Dipl.-Ing., 73117
Wangen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

DE 35 23 818 C3

DE 102 05 716 B4

DE 103 01 819 A1

DE 101 06 243 A1

WO 07/0 74 020 A1

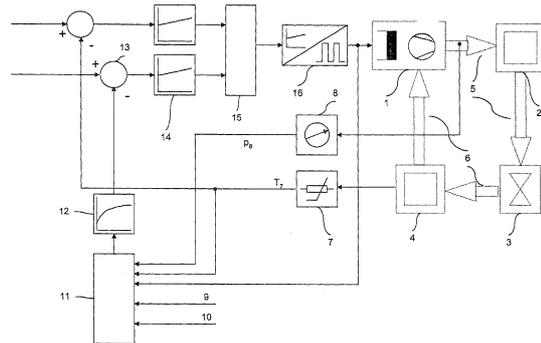
WO 06/0 56 260 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Klimaanlage und Verfahren zum Betrieb einer Klimaanlage**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Klimaanlage eines Kraftfahrzeuges mit mindestens einem Kompressor sowie eine für die Anwendung des Verfahrens geeignete Klimaanlage gemäß des Oberbegriffes des Anspruchs 1.



Beschreibung

[0001] In Betriebszuständen, in welchen eine hohe Leistung eines Hauptantriebsaggregates erforderlich ist, beispielsweise zur Beschleunigung eines Kraftfahrzeuges, ist es von Vorteil, die maximal zulässige Leistungsaufnahme von Nebenaggregaten, wie beispielsweise einem Kompressor einer Klimaanlage, zu begrenzen. Es gibt verschiedene regelungstechnische Ansätze, auf solche insbesondere kurzfristige Leistungsbegrenzungen zu reagieren, ohne den Komfort der Benutzer der Klimaanlage mehr als unvermeidlich einzuschränken. Je nach Betriebszustand und abhängig von einer Regeldifferenz, bestehend aus dem für den Betrieb der Klimaanlage gegebenen Soll Drehmoment und dem tatsächlichen Antriebsmoment, kann aus mehreren verfügbaren Regelungsverfahren ein zur Erfüllung evtl. konkurrierender Vorgaben geeignetes Regelungsverfahren eingesetzt werden. Das Soll Drehmoment wird üblicherweise von der Steuerung des Hauptantriebsaggregates über fahrzeuginterne Kommunikationskanäle vorgegeben, um beispielsweise den Rundlauf eines Verbrennungsmotors unter allen Umständen zu gewährleisten.

[0002] Nach einem aus DE 10106243 bekannten Verfahren wird ein Kompressor eines Kältemittelkreislaufs einer Fahrzeugklimaanlage zur Begrenzung des Antriebsdrehmomentes derart betrieben, dass die Regelung des Antriebsdrehmomentes des Kompressors von einer Regelung der Verdampfer-temperatur auf eine Regelung mit Sollwertvorgabe des Kältemittel drucks unmittelbar nach dem Kompressor übergeht. In diesem Fall wird mit einer geeigneten Stellgröße zur Senkung der Pumpleistung des Kompressors sichergestellt, dass das maximal zulässige Antriebsdrehmoment nicht überschritten wird.

[0003] Nachteilig dabei ist die indirekte Methodik zur Begrenzung des Antriebsmoments über den Kältemittelhochdruck.

[0004] Ausgehend davon ist es Aufgabe der Erfindung, den Betrieb der Klimaanlage zu vereinfachen und die genannten Nachteile zu vermeiden.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Anspruch 6 stellt eine entsprechende Klimaanlage zur Durchführung eines solchen Verfahrens unter Schutz.

[0006] Erfindungsgemäß wird in der Klimaanlage ein Prozessfluid verschiedenen Temperatur- und Druckzuständen unterworfen. Um das Prozessfluid mit Druck zu beaufschlagen, weist die Klimaanlage einen Kompressor auf. Dieser wird mit einem Antriebsdrehmoment angetrieben. Zur Regelung der Klimaanlage wird dieses Antriebsdrehmoment M_{ist} mit einem gegebenen Soll Drehmoment M_{soll} vergli-

chen. Das Ergebnis ist die sogenannte Regeldifferenz. Anschließend wird abhängig von dieser Regeldifferenz eine Stellgröße gebildet, welche die Förderleistung des Kompressors durch Veränderung des Hubvolumens anpasst. Das sorgt für die Annäherung des Antriebsdrehmomentes an das Soll Drehmoment, so dass sich die Regeldifferenz verringert bzw. ggf. zu Null wird.

[0007] Erfindungsgemäß wird das Antriebsmoment aus mindestens einem Prozessparameter der Klimaanlage sowie mindestens einer Kenngröße der Umgebungsbedingungen und/oder des Prozessfluides ermittelt.

[0008] Als Prozessparameter der Klimaanlage werden beispielsweise die Drehzahl des Kompressors, die Temperatur des Verdampfers, der Kältemittelhochdruck nach Kompressor, die durch das Gebläse am Verdampfer beförderte Luftmenge und die durch den Lüfter am Kondensator beförderte Luftmenge verwendet. Als Kenngrößen der Umgebungsbedingungen werden beispielsweise die Lufttrittstemperatur und die Lufttrittsfeuchte vor Verdampfer verwendet.

[0009] Die Klimaanlage weist bevorzugt wenigstens einen Kompressor, einen Kondensator oder ein Gaskühler zur Wärmeabgabe, ein Expansionsventil zur insbesondere adiabaten Entspannung des Prozessfluides und einen Verdampfer zur Wärmeaufnahme auf. Diese Komponenten der Klimaanlage sind mit Leitungen (nach folgend Hochdruckkanal bzw. -leitung und Niederdruckkanal bzw. Saugdruckleitung) verbunden, durch die das Prozessfluid strömt.

[0010] Das Prozessfluid kann insbesondere ein Kältemittel sein, welches während des Umlaufes verschiedene Temperatur- und Druckzustände annimmt, beispielsweise eines der Kältemittel mit den Bezeichnungen R134a oder R744. Je nach Art des Kältemittels können die genannten Komponenten der Klimaanlage ausgewählt oder ergänzt werden.

[0011] Die Förderleistung der mechanisch vom Verbrennungsmotor angetriebenen Kompressors kann bauartspezifisch an die erforderliche Kühlleistung der Klimaanlage angepasst werden.

[0012] Die Berechnung des Antriebsdrehmomentes M_{ist} geschieht vorteilhafterweise über beispielsweise empirisch ermittelte Kennfelder bzw. Kennlinien in Abhängigkeit der genannten physikalischen Größen.

[0013] Das errechnete Antriebsdrehmoment ist üblicherweise zeitlichen Schwankungen unterworfen. Daher kann es vorteilhaft sein, den Verlauf des Antriebsdrehmomentes über der Zeit zur Erhöhung der Stabilität des Regelverhaltens zu filtern, vorzugsweise mit einem Tiefpassfilter.

[0014] Für den Betrieb der Klimaanlage wird bevorzugt von der Steuerung des Antriebsstrangs ein Sollgrenzdrehmoment vorgegeben, damit der Rundlauf des Verbrennungsmotors gewährleistet ist. Dieses Sollgrenzdrehmoment variiert stark in Abhängigkeit von Betriebszuständen des Antriebsstrangs. Das modellierte Antriebsdrehmoment des Kompressors wird dahingehend geregelt, dass das Sollgrenzdrehmoment zu fast oder zu möglichst keinem Zeitpunkt überschritten wird.

[0015] Dazu wird eine Regeldifferenz bestehend aus Antriebsdrehmoment und Sollmoment gebildet. Abhängig von dieser Differenz erhält der Kompressor die aktualisierte Stellgröße zur Anpassung der Förderleistung. Diese Stellgröße führt bei Bedarf zu einem verringerten Antriebsdrehmoment, bis das Sollmoment erreicht und die Regeldifferenz ausreichend reduziert ist und sich vorzugsweise an den Wert 0 annähert.

[0016] Dieses Verfahren begrenzt die Kompressorleistung nur bei Bedarf und nur soweit wie nötig, um den Komfort für die Benutzer nicht mehr als unvermeidlich zu beeinträchtigen und eine komplette Abschaltung der Klimaanlage möglichst zu vermeiden. Die Fahrbarkeit wird so durch die Klimaanlage nicht nachteilig beeinflusst.

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. Hierzu zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild für die Klimaanlage nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung für das Kältemittel R134a, und

[0019] [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild für eine Klimaanlage nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung für das Kältemittel R744.

[0020] Die in [Fig. 1](#) dargestellte Klimaanlage weist als Bestandteile des Kältemittelkreislaufs (gestrichelt dargestellt) einen Kompressor **1**, einen Kondensator **2**, ein Expansionsventil **3** und einen Verdampfer **4** auf, die durch Kältemittelleitungen miteinander verbunden sind. Eine Hochdruckleitung **5** verbindet den Kompressor **1**, den Kondensator **2** und das Expansionsventil **3**. Eine Saugdruckleitung **6** verbindet das Expansionsventil **3**, den Verdampfer **4** und den Kompressor **1**. Hier ist ein Kompressor mit variablem Hubvolumen gewählt, beispielsweise ein Axialkolbenverdichter oder Taumelscheibenverdichter.

[0021] Von der Sensoreinrichtung **7** wird die Lufttemperatur nach Verdampfer T_7 , von der Sensoreinrichtung **8** der Druck P_8 des Kältemittels in der Hochdruckleitung nach Kompressor, von der Sensoreinrichtung **9** die Drehzahl des Kompressors n_{komp} , von der Sensoreinrichtung **10** die Temperatur der Umge-

bungsluft erfasst und an die Recheneinrichtung **11** übermittelt. Von weiteren hier nicht dargestellten Sensoreinrichtungen werden Feuchte der Umgebungsluft, die beförderten Luftmengen des Kondensator- und des Verdampfergebläses erfasst und ebenfalls an die Recheneinrichtung **11** übermittelt.

[0022] Der Recheneinrichtung **11** modelliert über Kennfelder und/oder Kennlinien in Echtzeit das gegenwärtige Antriebsdrehmoment.

[0023] Der Verlauf des Antriebsdrehmomentes wird zur Stabilisierung des Regelverhaltens von einem PT1-Filter **12** geglättet. Die Vergleichseinrichtung **13** verarbeitet das gefilterte Signal des Antriebsdrehmomentes mit dem gegebenen Sollmoment zur Regeldifferenz durch Subtraktion der Größen. Die Regeldifferenz wird von einem Drehmomentregler **14** zu der Stellgröße für den Kompressor **1** verarbeitet.

[0024] Je nach Betriebszustand aktiviert eine von der Recheneinheit **11** betriebene Drehmomentüberwachungsfunktion **15** entweder die hier nicht beschriebene Verdampfertemperaturregelung oder die Regelung zur Begrenzung des Antriebsdrehmomentes. Solange das vom Antriebsstrang zur Verfügung gestellte Antriebsdrehmoment den Bedarf der Klimaanlage überschreitet, aktiviert die Drehmomentüberwachungsfunktion die Verdampfertemperaturregelung. Reicht das vom Antriebsstrang zur Verfügung gestellte Antriebsdrehmoment zum Betrieb der Klimaanlage nicht mehr aus, so begrenzt die Drehmomentüberwachungsfunktion das Antriebsdrehmoment. Die Drehmomentüberwachungsfunktion lässt somit stets die kleinere der beiden Stellgrößen zur Verarbeitung durch den Umsetzer **16** durch.

[0025] Die Drehmomentüberwachungsfunktion gibt ihre Anweisung an einen Umsetzer **16** weiter, der ein nicht dargestelltes Regelventil zur Steuerung des Kompressors mit einem pulsweitenmodulierten Spannungssignal versorgt, oder mit einem entsprechenden Stromsignal.

[0026] Die o. g. Bestandteile **11–16** der Regelung und die nicht nummerierten Bestandteile der Verdampfertemperaturregelung können vorteilhaft in einem Mikrokontroller implementiert sein.

[0027] [Fig. 2](#) stellt das Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Klimaanlage dar, die mit CO_2 (R744) als Kältemittel arbeitet. Mit der ersten Ausführung übereinstimmende Merkmale sind durch gleiche Bezugszeichen benannt, so dass nachfolgend nur auf die Unterschiede zur ersten Ausführung eingegangen wird. Der Aufbau ist an die physikalischen Eigenschaften des Kältemittels angepasst. Der Kondensator arbeitet hier als Gaskühler **17**. Ein innerer Wärmetauscher **18** ist zwischen einerseits Kompressor **1** und Gaskühler **17** so-

wie anderseits Expansionsventil **3** und Verdampfer **4** angeordnet. Weiterhin weist dieses System einen unterlagerten Hochdruckregler **19** mit Störgrößenaufschaltung auf.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10106243 [\[0002\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Klimaanlage, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, in welcher ein Prozessfluid verschiedenen Temperatur- und Druckzuständen unterworfen wird, und welche zur Druckbeaufschlagung des Prozessfluides einen Kompressor (1) aufweist, der mit einem Antriebsdrehmoment (M_{ist}) angetrieben wird, wobei das Antriebsdrehmoment mit einem Solldrehmoment (M_{soll}) verglichen wird und aus diesem Vergleichswert eine Stellgröße für die Regelung des Antriebs des Kompressors bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Antriebsdrehmoment aus mindestens einem Prozessparameter der Klimaanlage sowie mindestens einer Kenngröße der Umgebungsbedingungen und/oder des Prozessfluides ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Verlauf des errechneten Antriebsdrehmomentes vor dem Vergleich mit dem Solldrehmoment zur Erhöhung der Regelstabilität gefiltert wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Verlauf des errechneten Antriebsdrehmomentes vor dem Vergleich mit dem Solldrehmoment zur Erhöhung der Regelstabilität mit einem Tiefpassfilter gefiltert wird.

4. Klimaanlage, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, die gemäß Anspruch 1 betrieben wird, welche wenigstens einen gesteuerten Kompressor (1), einen Kondensator (2), ein Expansionsventil (3), einen Verdampfer (4), mindestens eine Sensoreinrichtung zur Erfassung wenigstens eines Prozessparameters der Klimaanlage sowie mindestens einer Recheneinrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass die Kenngrößen der Umgebungsbedingungen und des Prozessfluides sowie ein Programm mit wenigstens einem Algorithmus zur Berechnung des Antriebsdrehmoments hinterlegt sind, aus denen die Recheneinrichtung (10) mit den Prozessparametern das Antriebsdrehmoment ermittelt.

5. Klimaanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderleistung des Kompressors durch die Änderung seines Hubvolumens an den Bedarf angepasst wird.

6. Klimaanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressor als Axialkolbenverdichter, vorzugsweise als Taumelscheibenverdichter ausgebildet ist.

7. Klimaanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Expansionsventil (3) als adiabate Drossel ausgebildet ist.

8. Klimaanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestandteile (11–16) der Regelung in einem Mikrocontroller implementiert sind.

9. Klimaanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Klimaanlage mit dem Kühlmittel R134a betrieben wird.

10. Klimaanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Klimaanlage mit dem Kühlmittel R744 betrieben wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

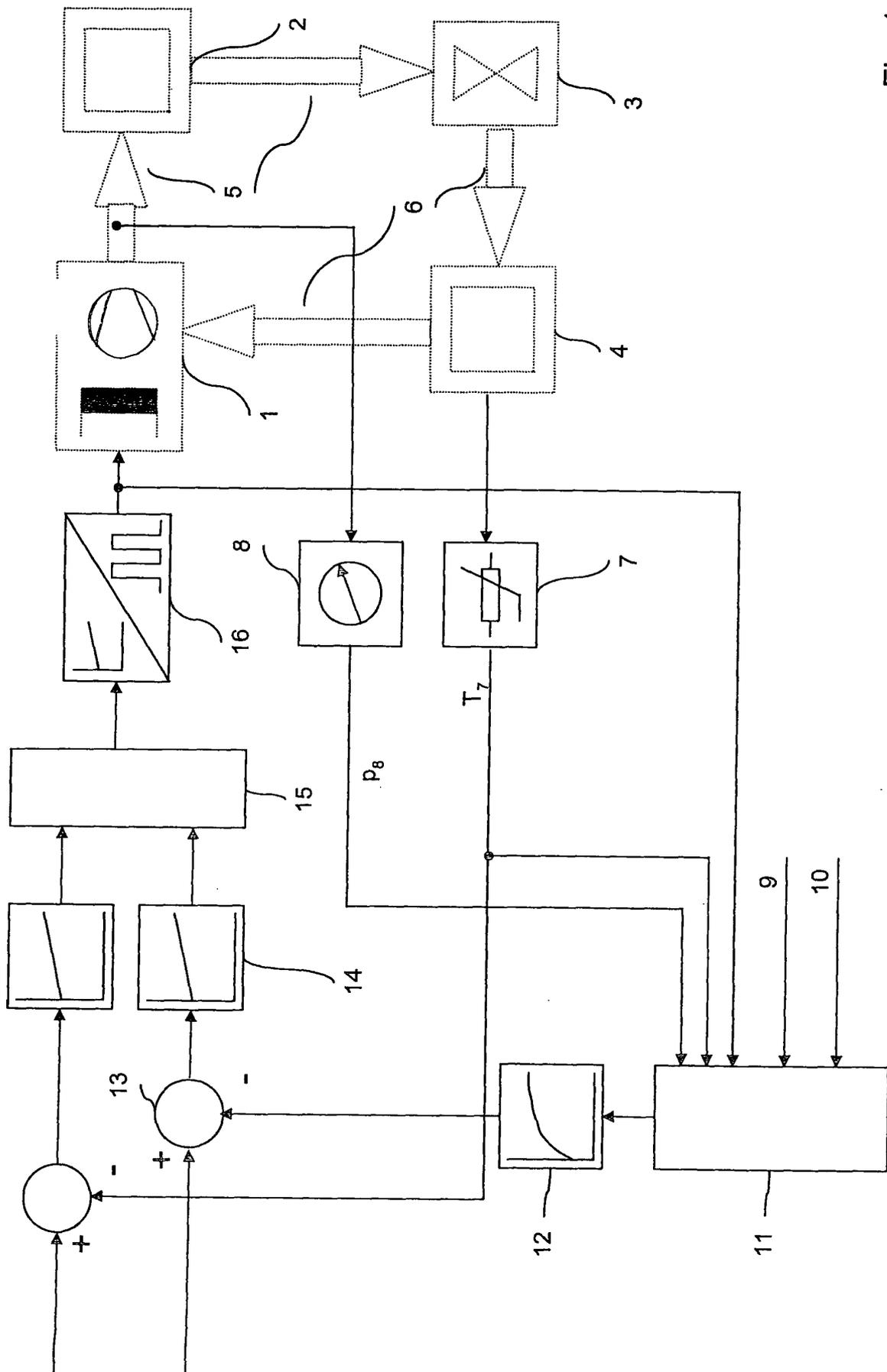


Fig. 1

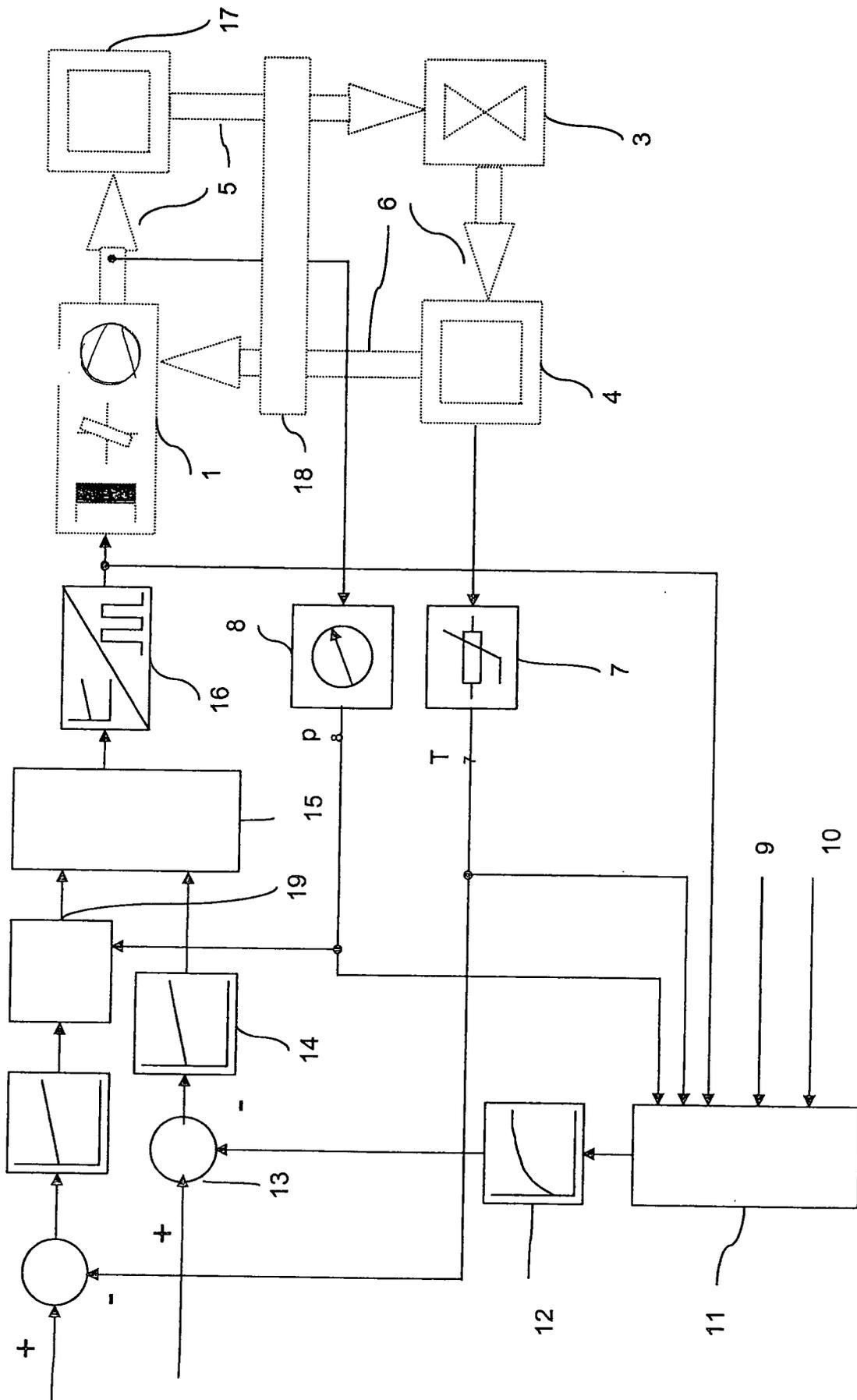


Fig. 2