



(10) **DE 10 2013 006 965 A1** 2014.10.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 006 965.3**

(22) Anmeldetag: **23.04.2013**

(43) Offenlegungstag: **23.10.2014**

(51) Int Cl.: **H01F 7/18 (2006.01)**

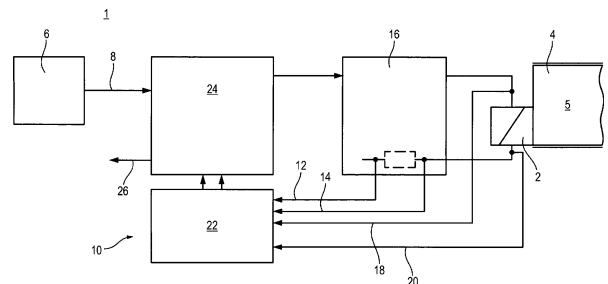
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Stitz, Matthias, 97816 Lohr, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Schaltungsanordnung für einen Ventilmagneten, Ventil mit einer Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines Ventils**

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist eine Schaltungsanordnung mit einer Ansteuerschaltung und einer Schutzschaltung. Die Ansteuerschaltung wird für einen Ventilmagneten zum Betätigen eines hydraulischen Ventils eingesetzt. Sie kann an den Ventilmagneten einen deutlich über eine Auslegungs-Dauerleistung liegende Ansteuerleistung abgeben, um Schaltvorgänge zu beschleunigen. Mit der Schutzschaltung kann der Ventilmagnet vor Überhitzung geschützt werden. Diese erfasst hierbei eine Ist-Leistung des Ventilmagneten und errechnet daraus eine Ist-Temperatur, die dann mit einem Temperaturgrenzwert verglichen ist. Überschreitet die Ist-Temperatur den Temperaturgrenzwert, so wird die Ansteuerleistung verringert, damit der Ventilmagnet abkühlen kann.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung für einen Ventilmagneten zum Betätigen eines insbesondere hydraulischen Ventils. Des Weiteren geht die Erfindung aus von einem Ventil mit einem über einen Ventilmagneten betätigbaren Ventilkörper, wobei der Ventilmagnet von der Schaltungsanordnung angesteuert ist. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Steuern eines derartigen Ventils.

[0002] Die aus dem Stand der Technik bekannten Ventilmagnete zum Betätigen beispielsweise eines Ventilschiebers eines Wegeventils weisen eine maximal zulässige Temperatur auf. Eine Leistung derartiger Ventilmagneten wird durch die maximal zulässige Temperatur begrenzt. Soll die Leistung eines Ventilmagneten erhöht werden, so kann beispielsweise dessen wärmeabgebende Oberfläche vergrößert werden, damit mehr Wärme vom Ventilmagneten abgeführt wird. Da der Einsatz von größeren Magneten teuer ist und diese auch eine langsamere Schaltgeschwindigkeit aufweisen, wird versucht, kleinere Magneten für höhere Leistungen einzusetzen. Dies erfolgt beispielsweise durch Lösungen die einen Schutz des Ventilmagneten vorsehen. Beispielsweise ist bekannt, dass in einer Wicklung des Ventilmagneten Temperaturschalter oder Kaltleiter integriert sind. Hierbei ist nachteilig, dass nach einem Ansprechen eines derartigen Temperaturschalters der Ventilmagnet unwirksam ist und somit beispielsweise eine Ventilfunktion nicht mehr zur Verfügung steht. Nachteilig bei Kaltleitern ist eine ständige Verlustleistung.

[0003] Aus der EP 1 697 949 B1 ist des Weiteren eine Schaltungsanordnung für einen Ventilmagneten offenbart. Diese hat eine Überwachungsschaltung zum Erfassen eines zur Magnetspule des Ventilmagneten zugeführten Ist-Stroms. Aus dem Ist-Strom wird ein zeitlicher Mittelwert gebildet, der mit einem Stromgrenzwert verglichen wird. Überschreitet der Mittelwert des Ist-Stroms den Stromgrenzwert, so wird eine Ist-Spannung des Ventilmagneten reduziert oder eine Stromzuführung unterbrochen. Mit der Überwachungsschaltung soll eine Überhitzung des Ventilmagneten vermieden werden. Nachteilig hierbei ist allerdings, dass der Ventilmagnet auch dann durch die Überwachungsschaltung mit einer geringeren Leistung betrieben oder abgeschaltet wird, wenn keine Überhitzung vorliegt, sondern lediglich der zeitliche Mittelwert des Ist-Stroms den Grenzwert überschreitet. Hierdurch wird der Ventilmagnet somit vergleichsweise unzuverlässig betrieben und es ist ein großer Sicherheitsabstand zur Auslegungstemperatur des Ventilmagneten notwendig.

[0004] Dem gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung für einen

Ventilmagneten, ein Ventil mit einer derartigen Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Steuern des Ventils zu schaffen, wobei der Ventilmagnet vor einer Überhitzung, insbesondere bei permanenter Überbeanspruchung, geschützt ist und wobei temporär eine hohe Magnetkraft über den Ventilmagneten bereit gestellt werden kann.

[0005] Die Aufgabe hinsichtlich der Schaltungsanordnung wird gelöst gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1, hinsichtlich des Ventils gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 11 und hinsichtlich des Verfahrens gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 12.

[0006] Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

[0007] Erfindungsgemäß ist eine Schaltungsanordnung für einen Ventilmagneten zum Betätigen eines hydraulischen Ventils vorgesehen. Diese hat eine Ansteuerschaltung, mit der der Ventilmagnet mit einer Ansteuerleistung betrieben werden kann, die deutlich über einer Auslegungs-Dauerleistung des Ventilmagneten liegt, womit Schaltvorgänge beschleunigt werden können. Hierdurch ist es auch möglich, temporär eine höhere Magnetkraft bereit zu stellen, ohne einen größeren Ventilmagneten einzusetzen. Die Schaltungsanordnung weist des Weiteren eine Schutzschaltung zur Vermeidung einer Überhitzung für den Ventilmagneten auf. Mit der Schutzschaltung ist es möglich, eine Ist-Leistung des Magneten abzugreifen. Aus der Ist-Leistung des Ventilmagneten kann dann durch die Schutzschaltung weiter eine Ist-Temperatur, insbesondere eine Wicklungstemperatur des Ventilmagneten, berechnet werden. Erreicht und/oder überschreitet die Ist-Temperatur einen vorbestimmten Temperaturgrenzwert, so wird eine Sollwertvorgabe der Ansteuerschaltung durch die Schutzschaltung begrenzt. Die Begrenzung erfolgt dabei vorzugsweise derart, dass die Temperatur des Ventilmagneten sinkt.

[0008] Diese Lösung hat den Vorteil, dass, insbesondere bei permanenter Überbeanspruchung, eine Überhitzung des Ventilmagneten vermieden ist. Es ist somit möglich, den Ventilmagneten temporär eine höhere Leistung abzufordern und bei permanenter Überbeanspruchung eine Schädigung des Ventilmagneten auszuschließen. Durch die Berechnung der Ist-Temperatur durch die Schaltungsanordnung kann der Ventilmagnet zuverlässiger und mit weniger Sicherheitsabstand zur Auslegungstemperatur betrieben werden. Wird der Temperaturgrenzwert durch die Ist-Temperatur überschritten, so kann der Ventilmagnet und somit das damit betätigte hydraulische Ventil vorteilhafterweise weiterhin mit verminderter Leistung eingesetzt werden.

[0009] Vorzugsweise wird die Ist-Leistung einfach aus den aus den Ventilmagneten zugeführten Größen Ist-Strom und Ist-Spannung bestimmt. Somit sind zum Ableiten der Ist-Temperatur lediglich die am Magneten abgreifbaren Zweipolgrößen Ist-Strom und Ist-Spannung notwendig.

[0010] Vergleichsweise einfach kann der Ist-Strom von einer Endstufe der Ansteuerschaltung abgegriffen sein. Des Weiteren ist denkbar, mit geringem vorrichtungstechnischen Aufwand die Ist-Spannung vom Ventilmagneten direkt oder von dessen elektrischen Zuleitungen abzugreifen. Wird die Ist-Spannung von den Zuleitungen abgegriffen, so kann eine 3-adrige Leitung (zwei Stromzuführungen und eine Erdung) eingesetzt werden. Wird die Ist-Spannung direkt vom Ventilmagneten abgegriffen, so wird vorzugsweise eine 5-adrige Leitung (zwei Stromzuführungen, eine Erdung und zwei Spannungsmessleitungen) eingesetzt. Beim Abgreifen der Ist-Spannung von den Zuleitungen wird vorzugsweise ein Widerstandswert der Zuleitungen für die Bestimmung der Ist-Leistung von der Schutzschaltung berücksichtigt. Somit kann beim Abgreifen der Ist-Spannung von den Zuleitungen die Schaltungsanordnung beispielsweise in einem Modulverstärker und/oder einem Kartenverstärker mit entsprechender Kompensation des Spannungsabfalls über die Zuleitungen räumlich integriert werden. Die Schaltungsanordnung kann hierbei dann räumlich von dem Ventilmagneten getrennt sein.

[0011] Zum Bestimmen der Ist-Temperatur aus der Ist-Leistung kann bevorzugterweise eine mathematische Beziehung herangezogen werden. Zusätzlich oder alternativ ist denkbar, die Ist-Temperatur anhand von weiteren physikalischen Parametern des Ventilmagneten, wie beispielsweise dessen Masse, dessen Wärmekapazität und so weiter, aus der Ist-Leistung zu bestimmen.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann ein Diagnosesignal bei Überschreiten des Temperaturgrenzwertes durch die Ist-Temperatur und/oder bei einer Begrenzung der Sollwertvorgabe der Ansteuerschaltung durch die Schutzschaltung ausgegeben werden. Das Diagnosesignal wird dann beispielsweise für eine Steuerung einer Hydraulikanordnung eingesetzt. Es ist dann denkbar, andere Hydraulikkomponenten, beispielsweise Verbraucher, an die neue Sollwertvorgabe entsprechend anzupassen.

[0013] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann ähnlich der Ausgabe eines Diagnosesignales bei Erreichung des zulässigen Temperaturgrenzwertes ein zusätzliches Diagnosesignal bei Erreichen einer frei definierbaren Temperaturgrenze (als Warnsignal ohne Sollwertbegrenzung am Ventil) ausgegeben werden.

[0014] Die Ausgabe des Diagnosesignals erfolgt beispielsweise über einen Feldbus. Dies ist vorrichtungstechnisch dann äußerst einfach und kostengünstig, wenn das Ventil mit der Ansteuervorrichtung über eine Feldbusschnittstelle verfügt.

[0015] Durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung kann auch das sogenannte „Feierabendproblem“ umgangen werden. Dies tritt üblicherweise dann auf, wenn der Ventilmagnet für einen Ventilschieber eines Vorsteuerventils eingesetzt ist, dass zum hydraulischen Betätigen eines Ventilschiebers eines Hauptventils vorgesehen ist. Wird eine Hydraulikversorgung für das Vorsteuer- und Hauptventil abgeschaltet, so wird bei weiterhin aktiver Steuerung eine Regelabweichung gemeldet, wodurch der Ventilmagnet auf dem Vorsteuerventil mit der aktuell maximal möglichen Leistung angesteuert wird. Eine Überhitzung des Ventilmagneten wird dann durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung vermieden.

[0016] In einer Variante der Erfindung ist es auch möglich, die Abforderung der maximal möglichen Sollwertvorgabe auf eine bestimmte Zeit zu begrenzen. So ist denkbar, dass die maximale Sollwertvorgabe beispielsweise nur für 5 Minuten zur Verfügung steht und im Anschluss für eine bestimmte Zeit reduziert wird. Es ist somit ein zusätzliches Zeitglied bei der Schaltungsanordnung vorgesehen.

[0017] Mit Vorteil wird die Begrenzung der Sollwertvorgabe nach Unterschreiten des Temperaturgrenzwertes durch die Ist-Temperatur aufgehoben, wodurch der Ventilmagnet wieder voll einsatzfähig ist. Die Aufhebung kann gleitend oder mit einem Schwellwert erfolgen.

[0018] Erfindungsgemäß ist ein Ventil, insbesondere ein hydraulisch stetig verstellbares Ventil, beispielsweise Wegeventil, vorgesehen, das einen Ventilkörper hat. Dieser kann über einen Ventilmagneten betätigbar sein. Der Ventilmagnet ist dann vorzugsweise mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung angesteuert.

[0019] Diese Lösung hat den Vorteil, dass ein derartiges Ventil einen vergleichsweise kleinen Ventilmagneten aufweisen kann und dennoch mit einer hohen Schaltdynamik betätigbar ist, wobei eine Überhitzung des Ventils, beziehungsweise des Ventilmagneten, vermieden wird.

[0020] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Steuern eines erfindungsgemäßen Ventils weist vorzugsweise folgende Schritte auf:
Es wird die Ist-Leistung des Ventilmagneten durch die Schutzschaltung erfasst und daraus die Ist-Temperatur des Ventilmagneten bestimmt. Die Ist-Temperatur wird dann mit einem vorbestimmten Temperaturgrenzwert verglichen. Hat die Ist-Temperatur dabei

den Temperaturgrenzwert erreicht oder hat die Ist-Temperatur den Temperaturgrenzwert überschritten, so wird die Sollwertvorgabe der Ansteuerschaltung durch die Schutzschaltung begrenzt.

[0021] Mit diesem Verfahren kann auf äußerst einfache Weise ein Ventilmagnet mit äußerst hoher Leistung betrieben werden und gleichzeitig eine Überhitzung des Ventilmagneten vermieden werden.

[0022] Als weiteren Schritt für das erfindungsgemäße Verfahren kann vorgesehen sein, die Begrenzung der Sollwertvorgabe aufzuheben, wenn die Ist-Temperatur den Temperaturgrenzwert unterschreitet.

[0023] Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur zeigt in einer schematischen Darstellung eine erfindungsgemäße Ansteuerschaltung gemäß einer Ausführungsform.

[0024] Gemäß der einzigen Figur ist eine Schaltungsanordnung **1** stark vereinfacht dargestellt, die für einen Ventilmagneten **2** eines Ventils **4** eingesetzt ist. Bei dem Ventil **4** handelt es sich um ein hydraulisches stetig verstellbares Ventil mit einem als Ventil-schieber ausgebildeten Ventilkörper **5**, der in der Figur schematisch angedeutet ist. Die Schaltungsanordnung **1** hat eine Ansteuerschaltung **6**, über die eine Sollwertvorgabe **8** für den Ventilmagneten **2** vorgegeben ist. Die Sollwertvorgabe **8** betrifft eine Ansteuerleistung, die an den Ventilmagneten **2** abgebar ist und deutlich über einer Auslegungs-Dauerleistung des Ventilmagneten **2** liegt. Regelventile, wie beispielsweise das Ventil **4**, werden üblicherweise in den seltensten Fällen permanent mit einer 100% Sollwertvorgabe betrieben. So kann eine Leistungssteigerung, beispielsweise bei dem Ventil **4**, durch kurzzeitige Überbestromung des Ventilmagneten **2** erreicht werden.

[0025] Zur Vermeidung einer Überhitzung des Ventilmagneten **2** ist eine Schutzschaltung **10** vorgesehen. Diese greift einen Ist-Strom **12**, **14** von einer Endstufe **16** ab. Des Weiteren wird eine Ist-Spannung **18**, **20** vom Ventilmagneten **2** abgegriffen. Aus dem Ist-Strom **12**, **14** und der Ist-Spannung **18**, **20** bestimmt die Schutzschaltung **10** eine Ist-Temperatur, was in der Figur durch den Block **22** symbolisch dargestellt ist. Der Block **22** betrifft somit eine Temperatúrauswertung. Die Ist-Temperatur wird dann mit einem vorbestimmten Temperaturgrenzwert verglichen und es erfolgt somit die Temperatúrauswertung. Überschreitet die Ist-Temperatur den vorgegebenen Temperaturgrenzwert, so wird die Sollwertvorgabe **8** der Ansteuerschaltung **6** durch die Schutzschaltung **10** begrenzt, was mit dem Block **24** symbolisch dargestellt ist.

[0026] Somit wird bei anhaltender Abforderung einer höheren Leistung der Ventilmagnet **2** durch die Begrenzung der Sollwertvorgabe **8** geschützt. Sinkt die Ist-Temperatur wieder unter den vorbestimmten Temperaturgrenzwert, so kann die Begrenzung der Sollwertvorgabe **8** aufgehoben werden und es ist damit eine, insbesondere kurzzeitige Überlastung des Ventilmagneten **2** wieder möglich.

[0027] Vorzugsweise kann ein Diagnosesignal **26** bei Überschreiten des Temperaturgrenzwertes durch die Ist-Temperatur und/oder bei einer Begrenzung der Sollwertvorgabe **8** der Ansteuerschaltung **6** durch die Schutzschaltung **10** ausgegeben werden, was in der Figur symbolisch durch einen Pfeil **26** dargestellt ist. Das Diagnosesignal **26** wird beispielsweise über einen Feldbus an eine Steuerung einer Hydraulikanordnung übermittelt.

[0028] Offenbart ist eine Schaltungsanordnung mit einer Ansteuerschaltung und einer Schutzschaltung. Die Ansteuerschaltung wird für einen Ventilmagneten zum Betätigen eines hydraulischen Ventils eingesetzt. Sie kann an den Ventilmagneten einen deutlich über eine Auslegungs-Dauerleistung liegende Ansteuerleistung abgeben, um Schaltvorgänge zu beschleunigen. Mit der Schutzschaltung kann der Ventilmagnet vor Überhitzung geschützt werden. Diese erfasst hierbei eine Ist-Leistung des Ventilmagneten und errechnet daraus eine Ist-Temperatur, die dann mit einem Temperaturgrenzwert verglichen ist. Überschreitet die Ist-Temperatur den Temperaturgrenzwert, so wird die Ansteuerleistung verringert, damit der Ventilmagnet abkühlen kann.

Bezugszeichenliste

1	Schaltungsanordnung
2	Ventilmagnet
4	Ventil
5	Ventilkörper
6	Ansteuerschaltung
8	Sollwertvorgabe
10	Schutzschaltung
12	Ist-Strom
14	Ist-Strom
16	Endstufe
18	Ist-Spannung
20	Ist-Spannung
22	Block
24	Block
26	Diagnosesignal

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

- EP 1697949 B1 [0003]

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung mit einer Ansteuerschaltung (6) für einen Ventilmagneten (2) eines Ventils (4), wobei mit der Ansteuerschaltung (6) eine über eine Auslegungs-Dauerleistung des Ventilmagneten (2) liegende Ansteuerleistung an den Ventilmagneten (2) abgebbar ist, wobei die Schaltungsanordnung (1) eine Schutzschaltung (10) für den Ventilmagneten (2) hat, mit der eine umgesetzte Ist-Leistung des Ventilmagneten (2) erfassbar ist, und wobei aus der Ist-Leistung eine Ist-Temperatur des Ventilmagneten (2) durch die Schutzschaltung (10) bestimmt ist, wobei bei Überschreiten eines Temperaturgrenzwertes durch die Ist-Temperatur eine Sollwertvorgabe (8) der Ansteuerschaltung (6) durch die Schutzschaltung (10) begrenzt ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei die Ist-Leistung aus zu dem Ventilmagneten (2) zugeführten Größen Ist-Strom (12, 14) und Ist-Spannung (18, 20) bestimmt ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, wobei der Ist-Strom (12, 14) von einer Endstufe (16) abgegriffen ist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Ist-Spannung (18, 20) vom Ventilmagneten (2) oder von den elektrischen Zuleitungen abgegriffen ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die Ist-Temperatur anhand einer Kennlinie oder mathematischen Beziehung aus der Ist-Leistung bestimmt ist.

6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Ist-Temperatur anhand von physikalischen Parametern des Ventilmagneten (2) aus der Ist-Leistung bestimmt ist.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei ein Diagnosesignal (26) bei Überschreiten des Temperaturgrenzwertes und/oder bei einer Begrenzung der Sollwertvorgabe der Ansteuerschaltung (6) durch die Schutzschaltung (10) ausgegeben ist.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, wobei die Ausgabe des Diagnosesignals (26) über einen Feldbus erfolgt.

9. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Begrenzung der Sollwertvorgabe nach Unterschreiten des Temperaturgrenzwertes durch die Ist-Temperatur aufgehoben ist.

10. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Abgabe der maximal möglichen Sollwertvorgabe der Ansteuerschaltung abhängig von einer Zeit ist.

11. Ventil mit einem über einen Ventilmagneten (2) betätigbaren Ventilkörper (5), wobei der Ventilmagnet (2) von einer Schaltungsanordnung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche angesteuert ist.

12. Verfahren zum Steuern eines Ventils gemäß Anspruch 11 mit den Schritten:

- Erfassen der Ist-Leistung des Ventilmagneten (2) durch die Schutzschaltung (10),
- Bestimmen der Ist-Temperatur des Ventilmagneten (2) aus der Ist-Leistung,
- Vergleichen der Ist-Temperatur mit dem Temperaturgrenzwert,
- Begrenzen der Sollwertvorgabe der Ansteuerschaltung (6) durch die Schutzschaltung (10) bei Überschreiten des Temperaturgrenzwertes durch die Ist-Temperatur.

13. Verfahren nach Anspruch 12 mit dem zusätzlichen Schritt:

- Aufheben der Begrenzung der Sollwertvorgabe nach Unterschreiten des Temperaturgrenzwertes durch die Ist-Temperatur.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

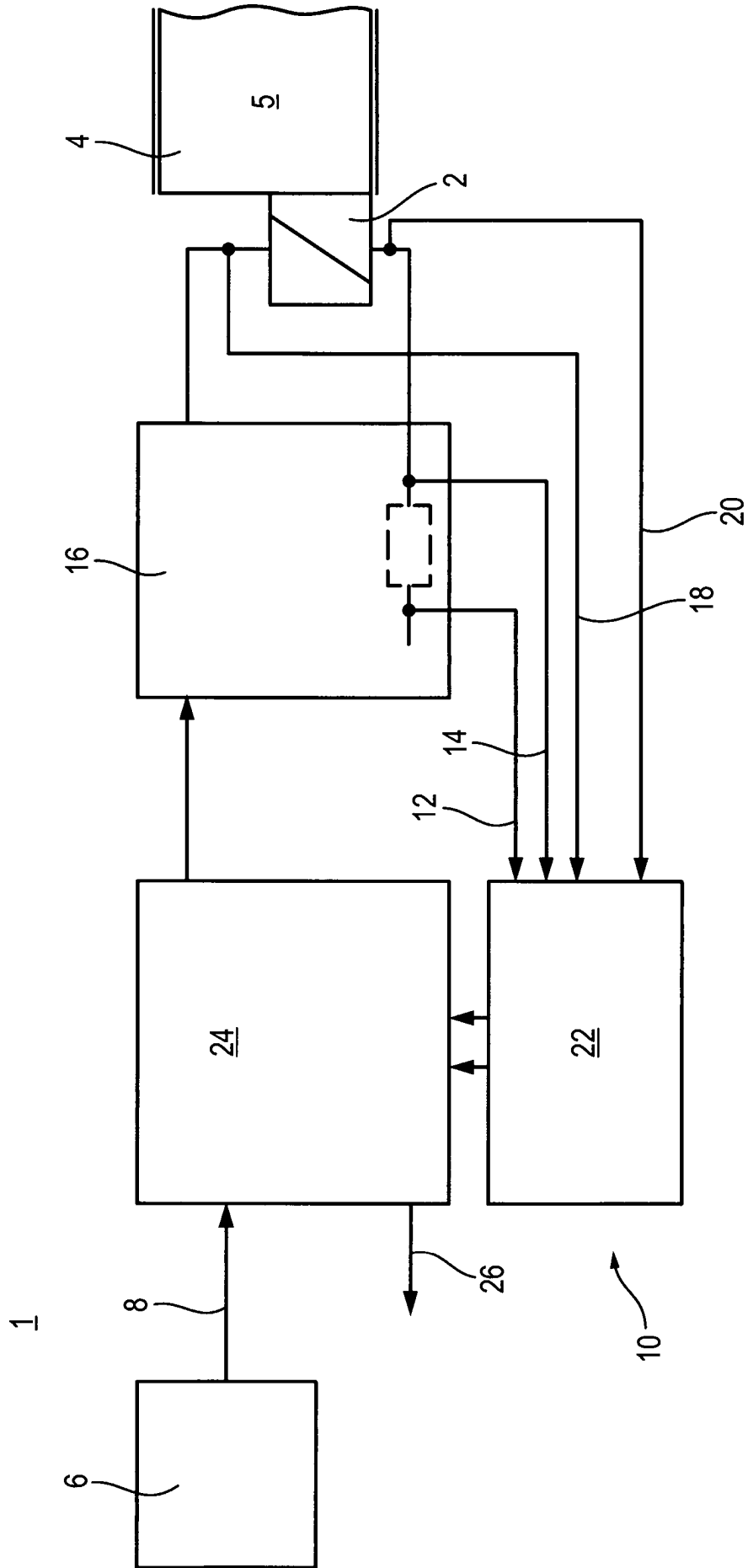


Fig.