

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 106 813 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.03.2004 Patentblatt 2004/13

(51) Int Cl.7: **F02M 25/08**, F02D 41/24,
F02D 35/00

(21) Anmeldenummer: **00124703.0**

(22) Anmeldetag: **11.11.2000**

(54) **Verfahren zur Bestimmung des Massenstroms eines Gasgemisches**

Method for the determining of the mass flow of a gas mixture

Procédé de détermination du débit massique d'un mélange gazeux

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **10.12.1999 DE 19959660**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.06.2001 Patentblatt 2001/24

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(72) Erfinder: **Etzel, Michael
82140 Olching (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 19 756 919 US-A- 5 072 712
US-A- 5 216 995

EP 1 106 813 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung des Massenstroms eines Gasgemisches nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiges Verfahren ist aus der Druckschrift US 5 216 995 bekannt.

[0002] Beispielsweise aus der DE 43 19 772 A1 ist eine Brennkraftmaschine mit Tankentlüftungsanlage sowie ein Verfahren zur Ansteuerung des Tankentlüftungsventils bekannt. Das Ansteuersignal eines Tankentlüftungsventils ist vorzugsweise ein pulsweitenmoduliertes Signal, dessen Tastverhältnis und dessen Periodendauer bzw. Ansteuerfrequenz abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie z. B. der Drehzahl, variabel vorgebar sind.

[0003] Verdunsteter Kraftstoff im Tank darf nicht unverbrannt an die Umgebung abgegeben werden. Daher wird das Gasgemisch aus Luft und verdunstetem Kraftstoff üblicherweise aus einem Aktivkohlespeicher durch das elektronisch ansteuerbare Tankentlüftungsventil in das Saugrohr und weiter in den Brennraum der Brennkraftmaschine geführt. Trotz dieser zusätzlichen Gasgemischzufuhr aus der Tankentlüftungsanlage soll möglichst keine Abweichung vom aktuellen last- und drehzahlabhängigen optimalen Soll-Kraftstoff-Luft-Gemisch für den Verbrennungsprozeß in den Zylindern auftreten. Daher ist eine genaue Kenntnis des Massenstroms aus der Tankentlüftungsanlage erforderlich.

[0004] Hierzu existieren bereits Modelle in den Steuergeräten für gedrosselte Verbrennungsmotoren. Diese Modelle schätzen den Massenstrom abhängig vom Tastverhältnis des Ansteuersignals und vom Saugrohrunterdruck mit Hilfe von abgespeicherten Kennfeldern ab. Der Saugrohrunterdruck hängt von der Stellung der Drosselklappe bzw. vom Ausmaß der Drosselung ab. Die Genauigkeit dieser Modelle ist bei hohem Saugrohrunterdruck ausreichend. Bei niedrigem Saugrohrunterdruck, insbesondere bei ungedrosselter Brennkraftmaschine, sind die Modelle sehr ungenau. Die Modelle für gedrosselte Brennkraftmaschinen gehen von einer bekannten überkritischen Durchströmung des Tankentlüftungssystems bei verschiedenen Tastverhältnissen aus und rechnen für unterkritische Durchströmung den überkritischen Massenstrom über Hilfsgrößen, die im wesentlichen den Saugrohrunterdruck berücksichtigen, in einen unterkritischen Massenstrom um. Dabei entstehen für den unterkritischen Bereich Schätzungsfehler von bis zu 100%. Diese Schätzungsfehler können im ungedrosselten Zustand einer Brennkraftmaschine und insbesondere für vollständig entdrosselte Brennkraftmaschinen nicht akzeptiert werden. Durch Entdrosselung einer Brennkraftmaschine kann eine generelle Verbrauchsreduzierung erzielt werden, deshalb werden solche Konzepte, wie z. B. VVT Systeme (Variabler Ventilttrieb), in Zukunft verstärkt verfolgt.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine genauere Bestimmung des Massenstroms aus einer Tan-

kentlüftungsanlage für unterkritische und überkritische Durchströmung zu erreichen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind die Gegenstände der abhängigen Patentansprüche.

[0007] Erfindungsgemäß wird ein im Steuergerät abgespeicherter, bei vollständig geöffnetem Tankentlüftungsventil maximaler Massenstrom abhängig vom momentanen Saugrohrunterdruck vorgegeben. Der momentane Massenstrom wird durch einen Algorithmus im Steuergerät bestimmt, bei dem eine von der Ansteuerzeit des Tankentlüftungsventils abhängige Schar von Geraden mit der Ansteuerfrequenz des Ansteuersignals und mit dem maximalen Massenstrom multipliziert wird. Die Geraden sind durch vom Saugrohrunterdruck abhängige Steigungsfaktoren und durch vom Saugrohrunterdruck abhängige Offsetwerte definiert.

[0008] In einer ersten Alternative wird die Schar von Geraden durch eine Geradengleichung, in einer zweiten Alternative wird die Schar von Geraden durch ein Kennfeld vorgegeben.

[0009] Vorzugsweise wird der Massenstrom durch ff. Formel berechnet:

$$\dot{m}_{\text{ist}} = (a \times T + b) \times f \times \dot{m}_{\text{max}}$$

wobei

a	der Steigungsfaktor,
b	der Offsetwert,
T	die Ansteuerzeit,
$(a \times T + b)$	die Geradengleichung
f	die Ansteuerfrequenz des Ansteuersignals,
$\dot{m}_{\text{ist}}$	der zu bestimmende Ist-Massenstrom und
$\dot{m}_{\text{max}}$	der maximale Massenstrom bei vollständig geöffnetem Ventil

sind. Der Steigungsfaktor (a) sowie der Offsetwert (b) werden dabei beispielsweise jeweils durch eine vom Saugrohrunterdruck abhängige Kennlinie vorgegeben.

[0010] Durch das genannte Verfahren ist eine höhere Genauigkeit bei der Berechnung des Tankentlüftungs-Massenstroms für alle, speziell auch für geringe Saugrohrunterdruckwerte, wie sie insbesondere bei entdrosselten Motorkonzepten auftreten, möglich.

[0011] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine von der Ansteuerzeit abhängige Schar von Geraden mit vom Saugrohrunterdruck abhängigen Steigungsfaktoren und Offsetwerten, und

Fig. 2 den erfindungsgemäßen Algorithmus in Form eines Blockschaltbildes

[0012] Erfindungsgemäß wird abhängig vom Saugrohrunterdruck dps (vgl. Fig. 2) zunächst der maximale Massenstrom $\dot{m}_{\max}$ durch das Tankentlüftungssystem bei einem Tastverhältnis von 100% empirisch ermittelt und im Steuergerät abgespeichert. Der zu bestimmende momentane Massenstrom $\dot{m}_{\text{ist}}$ wird auf diesen maximalen Massenstrom $\dot{m}_{\max}$ bezogen. Durch Multiplikation des Verhältnisses des momentanen Massenstroms $\dot{m}_{\text{ist}}$ zum maximalen Massenstrom $\dot{m}_{\max}$ mit der Periodendauer (bzw. $1/\text{Ansteuerfrequenz}$) wird ein von der Ansteuerfrequenz des Ansteuersignals unabhängiger normierter Massenimpuls $\frac{\dot{m}_{\text{ist}}}{\dot{m}_{\max}} \cdot \frac{1}{f}$ erzeugt. Wie in Fig. 1 dargestellt, wird dieser Massenimpuls $\frac{\dot{m}_{\text{ist}}}{\dot{m}_{\max}} \cdot \frac{1}{f}$ aufgetragen über der Ansteuerzeit T des Tankentlüftungsventils durch eine vom Saugrohrunterdruck dps abhängige Schar von Geraden (A, B) näherungsweise beschrieben. In Fig. 1 sind lediglich als Beispiel die beiden Geraden A (bei einem Saugrohrunterdruckwert dps2) und B (bei einem Saugrohrunterdruckwert dps1) dargestellt, wobei dps1 kleiner als dps2 ist. Abhängig von der Anforderung an die Genauigkeit kann jedoch eine Vielzahl von Geraden vorgegeben werden.

[0013] Der Massenimpuls $\frac{\dot{m}_{\text{ist}}}{\dot{m}_{\max}} \cdot \frac{1}{f}$ kann mittels ff. Geradengleichung dargestellt werden:

$$\frac{\dot{m}_{\text{ist}}}{\dot{m}_{\max}} \cdot \frac{1}{f} = (a \times T + b)$$

[0014] Der jeweilige Offsetwert b (b_A , b_B) und der jeweilige Steigungsfaktor a (a_A , a_B) der Geraden (A, B) hängen vom Saugrohrunterdruck dps (dps1, dps2) als Parameter ab. Hierbei wird der Einfluß des Saugrohrunterdrucks auf das Zeitverhalten der Gassäule im Tankentlüftungssystem berücksichtigt. Durch Auflösung dieser Geradengleichung nach dem Massenstrom $\dot{m}_{\text{ist}}$ erhält man im daraus resultierenden Modell den erfindungsgemäßen Algorithmus zur Bestimmung des momentanen Ist-Massenstroms $\dot{m}_{\text{ist}}$:

$$\dot{m}_{\text{ist}} = (a \times T + b) \times f \times \dot{m}_{\max}$$

[0015] Ergänzend wird darauf hingewiesen, daß unter dem Begriff Saugrohrunterdruck dps entweder der alleinige Saugrohrunterdruck oder auch der Differenzdruck zwischen dem Saugrohrunterdruck und dem Umgebungsdruck zu verstehen ist, der vorzugsweise mittels eines Drucksensors am Saugrohr gemessen wird.

[0016] In Fig. 2 ist der Saugrohrunterdruck bzw. der Differenzdruck dps Eingangssignal einer Massenstromkennlinie 1, einer Offsetkennlinie 2 und einer Steigungskennlinie 3. Die Kennlinien 1, 2, 3 werden empirisch ermittelt und im Steuergerät abgespeichert. Durch die Massenstromkennlinie 1 werden die bei vollständig geöffnetem Tankentlüftungsventil maximalen Massenströme $\dot{m}_{\max}$ abhängig vom momentanen Saugrohrunterdruck dps vorgegeben. Durch die Offsetkennlinie 2 wer-

den die Offsetwerte b (b_A , b_B) abhängig vom Saugrohrunterdruck dps und durch die Steigungskennlinie 3 werden die Steigungsfaktoren a (a_A , a_B) abhängig vom Saugrohrunterdruck dps vorgegeben.

[0017] Das Tastverhältnis V und die Periodendauer $1/f$ des pulweitenmodulierten Ansteuersignals sind Eingangssignale einer Umrechnungseinheit 4. In der Umrechnungseinheit 4 wird die Ansteuerzeit T des hier nicht dargestellten Tankentlüftungsventils aus dem Tastverhältnis V und der Periodendauer $1/f$ bestimmt. Der jeweils vorgegebene Steigungsfaktor a wird an einer ersten Multiplizierstelle mit dieser Ansteuerdauer T des Tankentlüftungsventils multipliziert. Dieses Produkt wird anschließend an einer Summierstelle zum jeweiligen Offsetwert b addiert. Das Ausgangssignal der Summierstelle wird an einer Quotientenbildungsstelle durch die Periodendauer $1/f$ geteilt. Das Ausgangssignal der Quotientenbildungsstelle wird schließlich an einer zweiten Multiplizierstelle mit dem maximalen Massenstrom $\dot{m}_{\max}$ multipliziert. Das Ergebnis ist eine genaue Bestimmung des gesuchten Massenstroms $\dot{m}_{\text{ist}}$. Die Genauigkeit des Verfahrens kann durch eine hohe Anzahl der Stützstellen in den Kennlinien optimiert werden.

[0018] Neben der genauen Bestimmung des Massenstroms insbesondere auch bei niedrigen Saugrohrunterdruckwerten ist ein weiterer Vorteil dieses erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels der Verzicht auf mehrdimensionale Kennfelder.

[0019] Die Offsetkennlinie 2, die Steigungskennlinie 3, die Summierstelle und die erste Multiplizierstelle sind in Fig. 2 als Recheneinheit 5 zusammengefaßt. In einer hier nicht dargestellten Alternative kann erfindungsgemäß anstelle der Recheneinheit 5 auch ein die Schar der Geraden wiedergebendes Kennfeld verwendet werden.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren ist invertierbar, so daß der Algorithmus auch zur Regelung des Massenstromes verwendet werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Massenstroms eines Gasgemisches, das von einer Tankentlüftungsanlage in den Brennraum einer Brennkraftmaschine geführt wird, mittels eines elektronischen Steuergerätes abhängig vom momentanen Saugrohrunterdruck und abhängig vom Ansteuersignal des Tankentlüftungsventils, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein im Steuergerät abgespeicherter, bei vollständig geöffnetem Tankentlüftungsventil maximaler Massenstrom ($\dot{m}_{\max}$) abhängig vom momentanen Saugrohrunterdruck (dps) vorgegeben wird und daß der momentane Massenstrom ($\dot{m}_{\text{ist}}$) durch einen Algorithmus im Steuergerät bestimmt wird, bei dem eine von der Ansteuerzeit (T) des Tankentlüftungsventils abhängige Schar von Geraden, die durch vom Saugrohrunterdruck (dps) abhängige

Steigungsfaktoren (a) und durch vom Saugrohrunterdruck (dps) abhängige Offsetwerte (b) definiert sind, mit der Ansteuerfrequenz (f) des Ansteuersignals und mit dem maximalen Massenstrom ($\dot{m}_{\max}$) multipliziert wird.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schar von Geraden durch die Geradengleichung ($a \times T + b$) vorgegeben wird, wobei

a der Steigungsfaktor einer Gerade,
b der Offsetwert einer Gerade und
T die Ansteuerzeit des Ansteuersignals

sind, und daß der Steigungsfaktor (a) sowie der Offsetwert (b) jeweils durch eine vom Saugrohrunterdruck abhängige Kennlinie (2, 3) vorgegeben werden.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schar von Geraden durch ein Kennfeld vorgegeben wird.

Claims

1. A method for determining the mass flow of a gas mixture, which is taken from the tank ventilation system into the combustion chamber of an internal combustion engine, by means of an electronic control unit, depending on the instantaneous induction pipe vacuum and on the control signal of the tank ventilation valve, **characterised in that** a maximum mass flow ($\dot{m}_{\max}$) with a fully opened tank ventilation valve, stored in the control unit, dependent on the instantaneous induction pipe vacuum (dps) is prescribed **and in that** the instantaneous mass flow ($\dot{m}_{\text{ist}}$) is determined by an algorithm in the control unit by which a family of straight lines depending on the control time (T) of the tank ventilation valve, the gradient factors (a) depending on the induction pipe vacuum (dps), is multiplied by the control frequency (f) of the control signal and by the maximum mass flow ($\dot{m}_{\max}$).
2. A method according to Claim 1, **characterised in that** the family of straight lines is given by the linear equation ($a \times T + b$), in which

a is the gradient factor of a straight line

b is the offset of a straight line

T is the switching time of the control signal

and that the gradient factor (a) and the offset value (b) are each given by a characteristic curve (2, 3)

dependent on the induction pipe vacuum.

3. A method according to Claim 1, **characterised in that** the family of straight lines is given by a set of characteristic curves.

Revendications

1. Procédé de détermination du débit massique d'un mélange gazeux, qui est conduit d'une installation de purge du réservoir à la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, au moyen d'un appareil de commande électronique en fonction de la dépression instantanée dans la tubulure d'admission et en fonction du signal de commande de la soupape de purge du réservoir,

caractérisé en ce qu'

un débit massique maximal ($\dot{m}_{\max}$) pour la soupape de purge du réservoir entièrement ouverte et mémorisé dans l'appareil de commande est prédéterminé en fonction de la dépression instantanée (dps) dans la tubulure d'admission, et le débit massique instantané ($\dot{m}_{\text{ist}}$) est déterminé par un algorithme dans l'appareil de commande, dans lequel un faisceau de droites dépendant du temps de commande (T) de la soupape de purge du réservoir, qui sont définies par des coefficients de pente (a) dépendant de la dépression dans la tubulure d'admission (dps) et par des valeurs de décalage (b) dépendant de la dépression dans la tubulure d'admission (dps), est multiplié par la fréquence de commande (f) du signal de commande et par le débit massique maximal ($\dot{m}_{\max}$).

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

le faisceau de droites est prédéterminé par l'équation des droites ($a \times T + b$), dans laquelle

a est le coefficient de pente d'une droite

b est la valeur de décalage d'une droite, et

T est le temps de commande du signal de commande,

et le coefficient de pente (a) ainsi que la valeur de décalage (b) sont chaque fois prédéterminés par une courbe caractéristique (2, 3) dépendant de la dépression dans la tubulure d'admission.

3. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

le faisceau de droites est prédéterminé par un diagramme caractéristique.

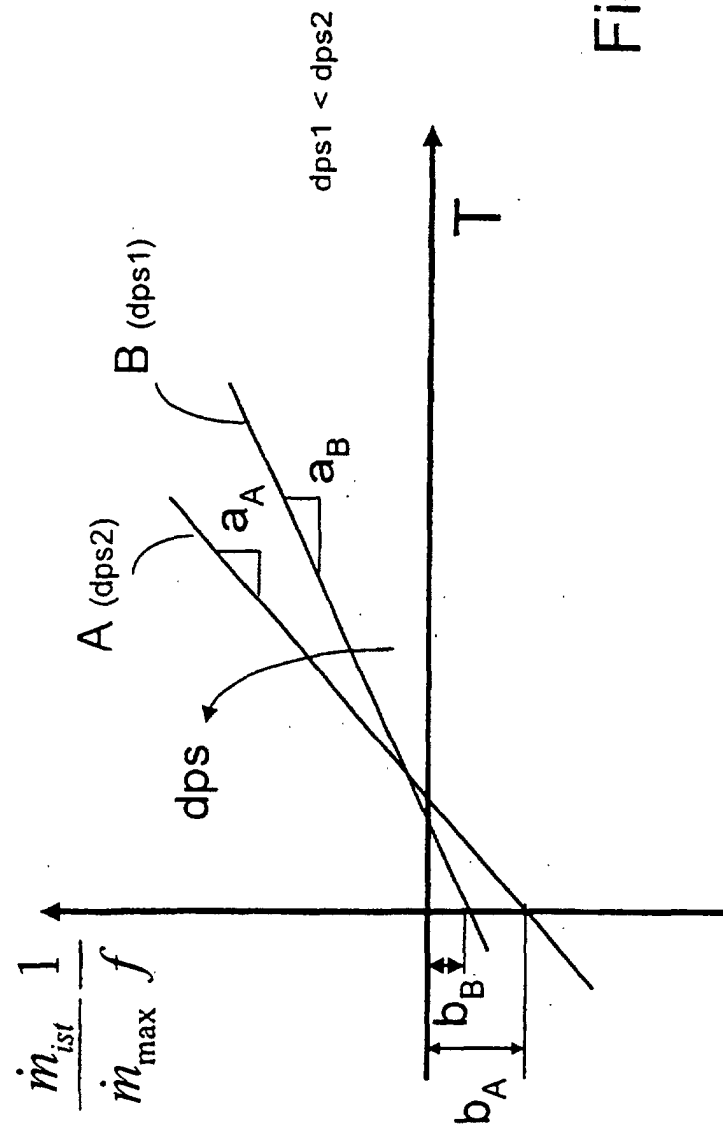


Fig. 1

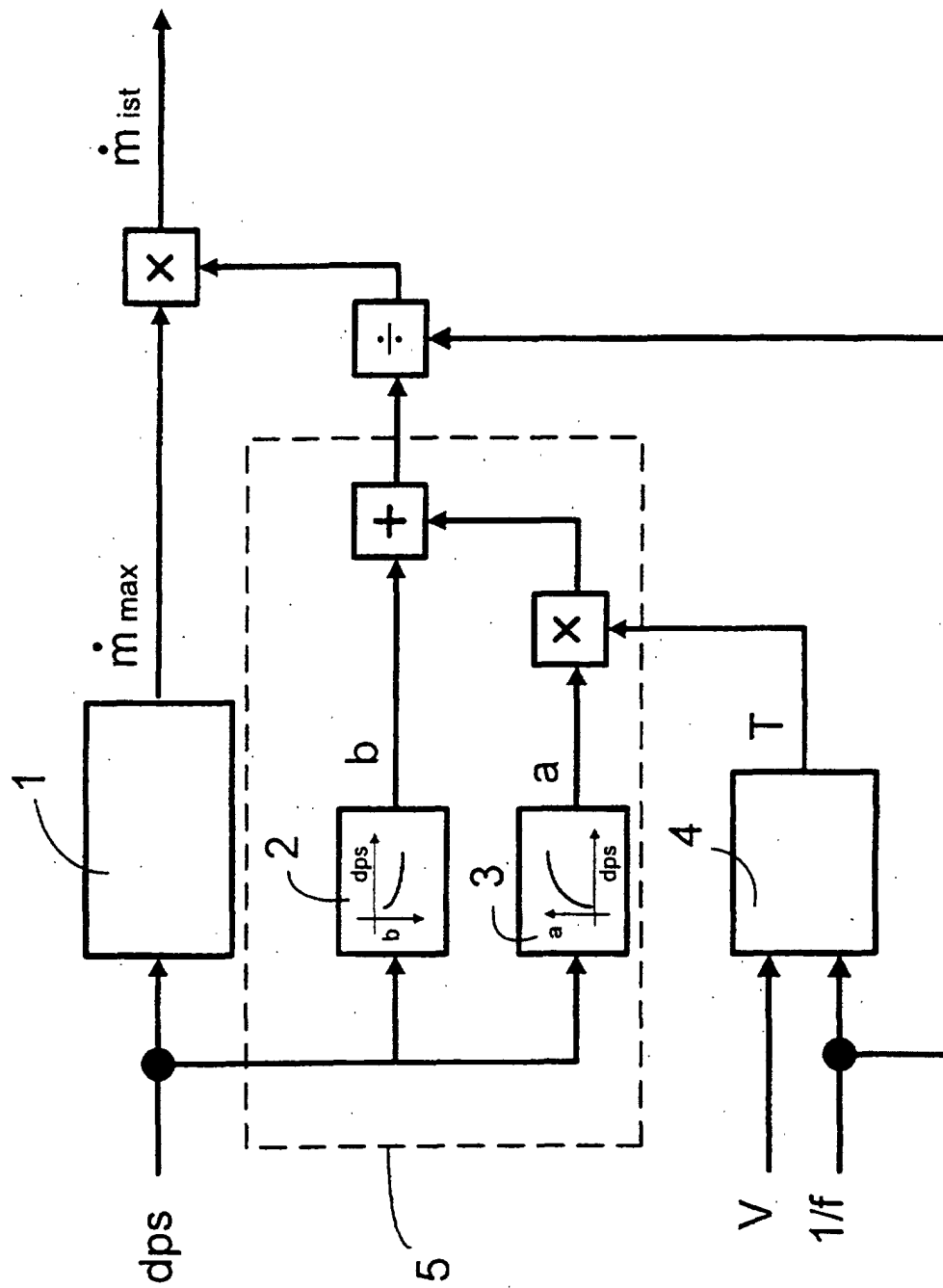


Fig. 2