



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.06.2001 Patentblatt 2001/24

(51) Int Cl.7: **F02M 25/08, F02D 41/14**

(21) Anmeldenummer: **00124703.0**

(22) Anmeldetag: **11.11.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

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

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

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

(57) 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.

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.

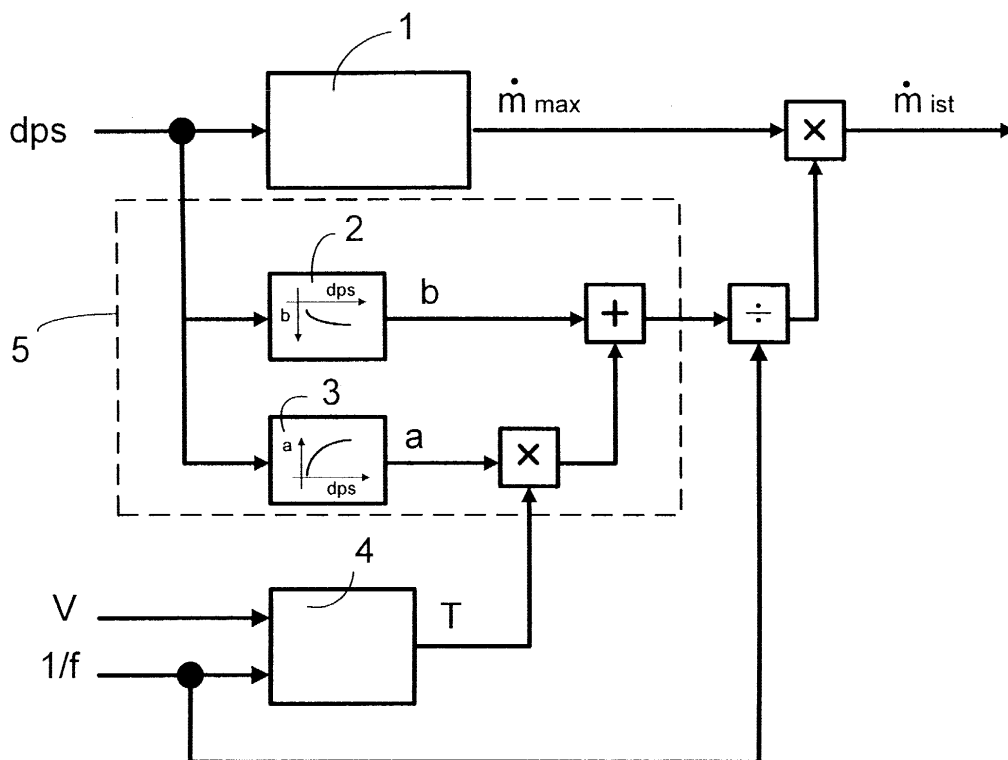


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung des Massenstroms eines Gasgemisches nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[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 vorgegeben 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 Tankentlüftungsanlage 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 Saug-

rohrunterdruck 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 wert

$$\frac{\dot{m}_{\text{ist}}}{\dot{m}_{\max}} \frac{1}{f}$$

erzeugt. Wie in Fig. 1 dargestellt, wird dieser Massenimpuls wert

$$\frac{\dot{m}_{\text{ist}}}{\dot{m}_{\max}} \frac{1}{f}$$

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 wert

$$\frac{\dot{m}_{\text{ist}}}{\dot{m}_{\max}} \frac{1}{f}$$

kann mittels ff. Geradengleichung dargestellt werden:

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

[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 werden 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 ei-

nes 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 ($ax \cdot T + b$) 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.

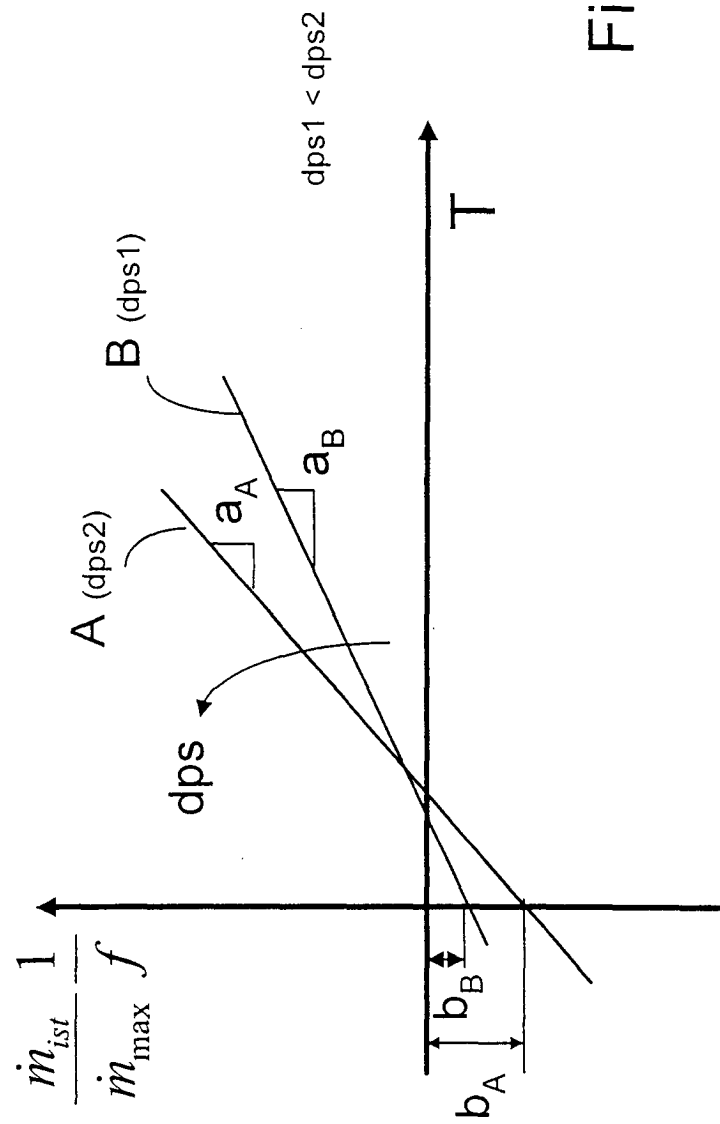


Fig. 1

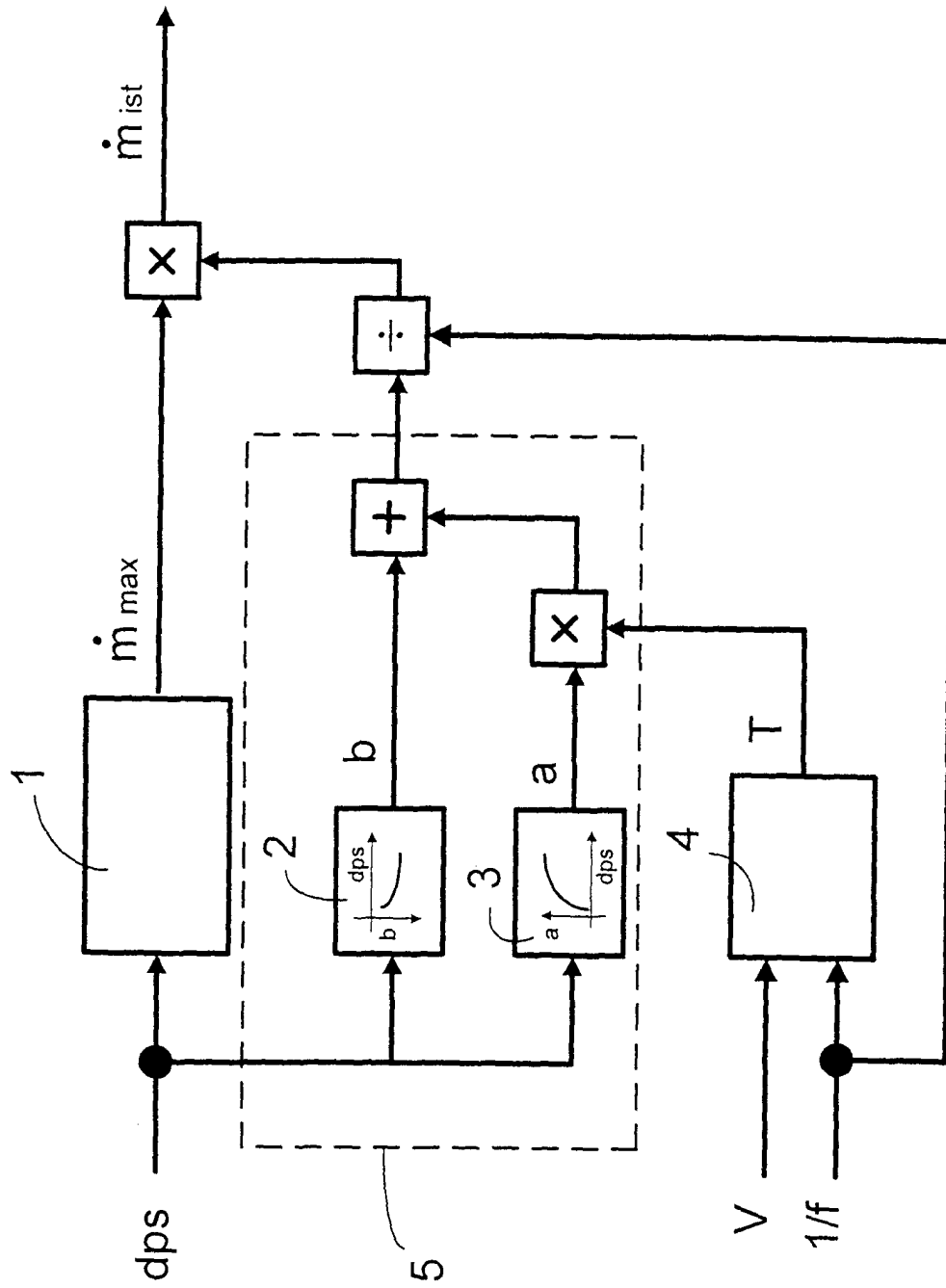


Fig. 2