

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 858 554 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

04.08.1999 Patentblatt 1999/31

(51) Int Cl.⁶: **F02D 11/10, F02D 41/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE96/01913

(21) Anmeldenummer: **96943864.7**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 97/16637 (09.05.1997 Gazette 1997/20)

(22) Anmeldetag: **04.10.1996**

(54) VERFAHREN ZUR LASTEINSTELLUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE, INSBESONDERE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

PROCESS FOR ADJUSTING THE LOAD OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, IN PARTICULAR FOR A MOTOR VEHICLE

PROCEDE DE REGLAGE DE LA CHARGE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE, NOTAMMENT POUR UN VEHICULE AUTOMOBILE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE FR GB SE

(72) Erfinder:

- **BAUER, Bernhard**
D-93057 Regensburg (DE)
- **SÜDHOLT, Michael**
D-84085 Langquaid (DE)
- **WIER, Manfred**
D-93173 Wenzenbach (DE)

(30) Priorität: **30.10.1995 DE 19540832**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

19.08.1998 Patentblatt 1998/34

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 344 772 US-A- 4 377 995
US-A- 4 781 162

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

EP 0 858 554 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 betrifft ein Verfahren zur Last-einstellung einer Brennkraftmaschihe, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Die Erfindung basiert auf einer Drosselklappensteuerung gemäß DE 42 23 253. Dort ist eine Steuereinheit (elektronische Motorleistungssteuerung) beschrieben, die wenigstens in Abhängigkeit von der Stellung des Fahrpedals einen Sollwert für den Öffnungswinkel der Drosselklappe bildet. Dieser dient als Führungsgröße für einen Lageregler, der ein elektromotorisches Stellglied zur Einstellung des Öffnungswinkels der Drosselklappe ansteuert.

[0003] Zur richtigen Gemischaufbereitung benötigen Kraftstoff-Zumeß-Systeme eine genaue Information über die von der Brennkraftmaschine pro Hub angesaugte Luftmasse. Diese Information erhalten sie über einen schnell ansprechenden Luftmassensensor, der beispielsweise nach dem Heißfilm-Prinzip arbeitet. Das Ausgangssignal des Luftmassensensors folgt aufgrund seiner hohen Ansprechgeschwindigkeit jeder Pulsation in dem Luftstrom. Auch rückströmende Luftmassen werden - allerdings mit falschem Vorzeichen - erfaßt.

[0004] Als Pulsationen werden wechselnde Hin- und Rückströmungen der Luft in einem Ansaugkanal einer Brennkraftmaschine bezeichnet.

[0005] Sobald solche Pulsationen auftreten, liefert daher der Luftmassensensor keine korrekten Meßwerte mehr, die für die Gemischaufbereitung verwendbar wären.

[0006] Ein Verfahren zur Verminderung der Pulsationen in dem Bereich des Ansaugkanals, in dem der Luftmassensensor angeordnet ist, ist aus der DE 42 39 842 bekannt. Diesem Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die Rückströmung einen festen zeitlichen Bezug zur Kurbelwellenstellung besitzt. Somit entspricht die Frequenz der Rückströmung der Luftmassen der Drehzahl der Brennkraftmaschine. Bei diesem Verfahren wird der Öffnungswinkel der Drosselklappe bei jeder Strömungsumkehr verändert. So wird sie bei rückströmenden Luftmassen in Richtung "schließen" bewegt und bei hinströmenden Luftmassen in Richtung "Öffnen".

[0007] Die Rückströmung in dem Bereich des Ansaugtrakts, der stromaufwärts der Drosselklappe liegt, wird somit gedämpft. Der Nachteil dieses Verfahrens ist der sehr hohe Ansteueraufwand für das entgegen die rückströmenden Luftmassen gerichtete Nachführen der Drosselklappe.

[0008] Bei einem System (US4781162) zur Steuerung der Drosselklappe einer Brennkraftmaschine wird ein maximaler Öffnungswinkel ermittelt, abhängig von der Drehzahl. Der Öffnungswinkel der Drosselklappe wird im Sinne eines minimalen Kraftstoffverbrauchs geregelt mit der Maßgabe, daß der maximale Öffnungswinkel nicht überschritten wird. Abrupte Änderungen

der Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine werden somit verhindert.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung ist es ein einfaches Verfahren anzugeben, durch das vermieden wird, daß Pulsationen stromaufwärts einer Drosselklappe in einem Ansaugkanal einer Brennkraftmaschine auftreten.

[0010] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale von Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0011] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 15 Figur 1: ein Blockschaltbild einer Anordnung, bei der das erfindungsgemäße Verfahren angewendet wird,
- Figur 2: einen beispielhaften Verlauf einer Öffnungskennlinie,
- 20 Figur 3: ein beispielhaftes Kennfeld,
- Figur 4: ein Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens
- Figur 5: ein zweites Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.
- 25 Figur 6a, 6b: ein drittes Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0012] Ein Motorsteuerungssystem (Figur 1) weist ein Fahrpedal 1 mit einem Geber 2 auf, der die Stellung des Fahrpedals 3 erfaßt. Der Geber 2 ist mit einer Steuereinheit 3 elektrisch leitend verbunden. Die Steuereinheit 3 erfaßt den Umgebungsdruck über einen Drucksensor 4 oder leitet ihn aus Hilfsgrößen ab.

[0013] Ein Temperatursensor 5 und ein Luftmassensensor 6 sind in einem Ansaugkanal 7 angeordnet und elektrisch leitend mit der Steuereinheit 3 verbunden. Der Temperatursensor 5 erfaßt die Temperatur der Luft in dem Ansaugkanal 7. Der Luftmassensensor 6 erfaßt die angesaugte Luftmasse.

[0014] Eine Drosselklappe 8 ist in dem Ansaugkanal 7 stromabwärts von dem Luftmassensensor 6 angeordnet. Die Drosselklappe 8 ist durch einen elektromotorischen Antrieb 9 verstellbar. Der Ansaugkanal 7 ist mit einer Brennkraftmaschine 10 verbunden.

[0015] Figur 2 zeigt eine Vollastlinie VL mit Vollastwerten des Öffnungswinkels der Drosselklappe 8 in Abhängigkeit von der Drehzahl n . Bei jedem Vollastwert ist eine maximale Füllung (im folgenden als motorische Vollast bezeichnet) der Zylinder der Brennkraftmaschine 10 erreicht. Bei gleichbleibender Drehzahl n , erhöht sich somit durch ein Vergrößern des Öffnungswinkels der Drosselklappe 8 die Füllung der Zylinder nicht mehr.

[0016] Bei niedrigen Drehzahlen n wird die motorische Vollast schon bei kleinen Öffnungswinkeln der Drosselklappe 8 erreicht. Die Vollastlinie VL steigt annähernd linear mit der Drehzahl n an, bis sie bei hohen Drehzahlen n den Wert des maximalen Öffnungswinkels der Drosselklappe 8 erreicht.

[0017] Pulsationen können bei einer bestimmten Drehzahl n erst dann auftreten, wenn der Öffnungswinkel der Drosselklappe 8 größer ist als ein Pulsationswert. Diese Pulsationswerte, in Abhängigkeit von der Drehzahl n aufgetragen, ergeben eine Pulsationslinie PL.

[0018] Pulsationen treten bei niedrigen bis hin zu mittleren Drehzahlen n auf. Sie sind besonderes ausgeprägt bei Brennkraftmaschinen 10 mit bis zu vier Zylindern. Aus Figur 2 ist ersichtlich, daß bei jeder Drehzahl n der Pulsationswert größer als der Vollastwert oder gleich dem Vollastwert ist, wenn der Vollastwert den Wert des maximalen Öffnungswinkels der Drosselklappe aufweist.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf einer Öffnungskennlinie OK, die zwischen die Vollastlinie VL und die Pulsationslinie PL gelegt wird und aus der für jede Drehzahl n ein Öffnungsbasiswert OBW ermittelt werden kann, der zwischen dem zugehörigen Vollastwert auf der Vollastlinie VL und dem zu dieser Drehzahl gehörigen Pulsationswert auf der Pulsationslinie PL liegt. Die Vollastlinie, die Pulsationslinie und Öffnungskennlinie OK gelten für eine Abstimmtemperatur der Luft in dem Ansaugkanal 7 (z.B. 20°C) und für einen Abstimmdruck des Umgebungsdrucks (z.B. 1000 mbar). Weichen die Temperatur und/oder der Umgebungsdruck von diesen Abstimmwerten ab, so ist eine entsprechende Korrektur nötig.

[0020] Der Öffnungswinkel der elektromotorisch betriebenen Drosselklappe 8 wird auf einen drehzahlabhängigen Öffnungswert OW begrenzt, der bei diesen Abstimmwerten dem Öffnungsbasiswert OBW entspricht.

Ein erster Korrekturwert KW1 wird aus einem Kennfeld KF (Figur 3) in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Umgebungsdruck ermittelt. Mit dem ersten Korrekturwert KW1 wird der Öffnungswert OW an den Umgebungsdruck und die Temperatur im jeweiligen Betriebszustand der Brennkraftmaschine 10 angepaßt. Bei der Abstimmtemperatur und dem Abstimmdruck weist der erste Korrekturwert KW1 den Wert Null auf. Ein höherer Umgebungsdruck als der Abstimmdruck bewirkt eine Verringerung des ersten Korrekturwertes KW1, eine Erhöhung der Temperatur im Vergleich zu der Abstimmtemperatur bewirkt eine Vergrößerung des ersten Korrekturwertes KW1.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren (Figur 4) wird im Schritt S1 gestartet. Im Schritt S2 wird die Öffnungskennlinie OK ausgewählt. Falls das Motorsteuersystem einen Ansaugkanal 7 mit variabler wirksamer Länge oder Einlaßventile mit variabler Ventilsteuerzeit aufweist, ist für jede wirksame Länge des Ansaugkanals 9 bzw. für jede Ventilsteuerzeit eine Öffnungskennlinie OK fest gespeichert. Als variable Ventilsteuerzeit wird eine Veränderung des Öffnungszeitpunktes oder des Schließzeitpunktes der Einlaßventile relativ zu den dazugehörigen Kurbelwellenwinkeln bezeichnet. Die variable Ventilsteuerzeit kann beispielsweise mit ei-

ner Nockenwelle, die unterschiedlich ausgebildete Nocken aufweist, oder mit elektronisch gesteuerten Einlaßventilen erhalten werden.

[0022] Im Schritt S3 wird der Öffnungsbasiswert OBW bestimmt. Die Drehzahl n wird beispielsweise von einem Drehzahlsensor auf der Kurbelwelle erfaßt. In Abhängigkeit von der Drehzahl n wird dann der zugehörige Öffnungsbasiswert OBW auf der Öffnungskennlinie OK ermittelt.

[0023] Im Schritt S4 wird der erste Korrekturwert KW1 in Abhängigkeit von der Temperatur in dem Ansaugkanal 7 und dem Umgebungsdruck aus dem Kennfeld KF ermittelt.

[0024] Anschließend wird im Schritt S5 dem Öffnungswert OW die Summe aus dem Öffnungsbasiswert OBW und dem ersten Korrekturwert KW1 zugewiesen.

[0025] Im Schritt S6 wird überprüft, ob ein Sollwert SW, der in Abhängigkeit von der Stellung des Fahrpedals 1 gebildet wird, größer ist als der Öffnungswert OW. Ist dies der Fall, so wird in den Schritt S7 verzweigt. Ansonsten wird in den Schritt S8 verweigert. Dort wird der Öffnungswert OW dem Sollwert SW zugewiesen und damit der Sollwert SW auf den Öffnungswert OW begrenzt.

[0026] Im Schritt S8 wird die Drosselklappe 8 auf den Öffnungswinkel, der dem Sollwert SW entspricht, eingestellt. Der Sollwert SW wird als Führungsgröße für einen Lageregler verwendet, der den Öffnungswinkel der Drosselklappe 8 regelt. Im Schritt S9 wird das Verfahren beendet.

[0027] In Figur 5 sind die mit gleichen Bezugszeichen versehenen Verfahrensschritte identisch mit denen aus Figur 4. Sie werden daher im folgenden nicht weiter beschrieben.

[0028] Die Öffnungskennlinie OK wird bei dieser Ausführungsform des Verfahrens so gelegt, daß die Öffnungsbasiswerte OBW betragsmäßig nur wenig unter den zugehörigen Pulsationswerten liegen.

[0029] Nach dem Schritt S4 wird das Verfahren im Schritt S4a fortgesetzt. Dort wird der zweite Korrekturwert KW2 aus einer Adaptionstabelle drehzahlabhängig ermittelt. Die Adaptionstabelle ist für jede wirksame Länge des Ansaugkanals 7 und für jede Ventilsteuerzeit in einem Speicher abgelegt und kann verändert werden. Durch den zweiten Korrekturwert KW2 werden Fertigungstoleranzen und alterungsbedingte Veränderungen der Brennkraftmaschine 10 sowie des Ansaugkanals 7 berücksichtigt, die eine Verschiebung der Pulsationslinie zur Folge haben können.

[0030] Im Schritt S5a wird dem Öffnungswert OW die Summe aus dem Öffnungsbasiswert OBW, dem ersten Korrekturwert KW1 und dem zweiten Korrekturwert KW2 zugewiesen.

[0031] Auf den Verfahrensschritt S8, bei dem die Drosselklappe 8 eingestellt wird, folgt der Verfahrensschritt S12. Dort wird überprüft, ob eine Pulsation in dem Ansaugkanal 7 stromaufwärts der Drosselklappe 8 vorliegt. Dazu wird ein bekanntes Verfahren wie es z.B. in

der EP 0575635 offenbart ist, angewendet. Da dieses Verfahren für die Erfindung nicht wesentlich ist, wird es im folgenden nicht weiter beschrieben.

[0032] Wird im Schritt S12 eine Pulsation erkannt, so wird in den Schritt S10 verzweigt. Dort wird dem Sollwert SW der alte Sollwert SW verringert um einen Deltawert DW zugewiesen. Der Deltawert DW ist ein fest vorgegebener positiver Wert. Im Schritt S11 wird der zweite Korrekturwert KW2 um den Deltawert DW verringert. Nach dem Schritt S11 wird das Verfahren wieder im Schritt S8 fortgesetzt.

[0033] Wird im Schritt S12 keine Pulsation erkannt, so wird in den Schritt S13 verzweigt und dort der zweite Kontrollwert KW2 gespeichert. Die Adaptionstabelle wird somit angepaßt. Im Schritt S9 wird das Verfahren beendet.

[0034] Bei diesem Verfahren wird sichergestellt, daß der zweite Korrekturwert KW2 so angepaßt wird, daß der Öffnungswinkel der dem Öffnungswert OW entspricht nicht in der Pulsation liegt.

[0035] In den Figuren 6a und 6b sind die mit gleichen Bezugszeichen versehenen Verfahrensschritte identisch mit denen aus Figur 5. Sie werden daher im folgenden nicht weiter beschrieben.

[0036] Im Unterschied zu der in Figur 5 beschriebenen Ausführungsform des Verfahrens folgt auf den Schritt S7 der Schritt S14, in dem die Drosselklappe analog zu Schritt S8 eingestellt wird.

[0037] Im Schritt S15 wird überprüft, ob der Sollwert SW größer oder gleich einem maximalen Öffnungswert OW_{max} ist, der dem maximalen Öffnungswinkel der Drosselklappe entspricht. Ist dies der Fall, so wird in den Schritt S12 verzweigt. Ansonsten wird in den Schritt S16 verzweigt.

[0038] Dort wird analog zu Schritt S12 überprüft, ob eine Pulsation stromaufwärts der Drosselklappe 8 in dem Ansaugkanal 7 vorliegt. Ist dies nicht der Fall, so wird in den Schritt S17 verzweigt, in dem der Sollwert SW um den Deltawert DW erhöht wird. Ansonsten wird in den Schritt S10 verzweigt.

[0039] Im Schritt S18 wird der zweite Korrekturwert KW2 um den Deltawert DW erhöht. Danach wird das Verfahren in dem Schritt S14 fortgesetzt.

[0040] Der zweite Korrekturwert wird bei dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens so angepaßt, daß der Öffnungswinkel, der dem Öffnungswert OW entspricht, gerade unterhalb des Öffnungswinkels der Drosselklappe liegt, bei dem Pulsationen auftreten oder bei dem der maximale Öffnungswinkel erreicht ist. Fertigungstoleranzen und alterungsbedingte Veränderungen können somit berücksichtigt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Lasteinstellung einer Brennkraftmaschine, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bei dem der Öffnungswinkel einer elektromotorisch verstell-

baren Drosselklappe (8) in einem Ansaugkanal (7) von der Stellung eines Fahrpedals (1) abgeleitet ist, wobei der Öffnungswinkel auf einen drehzahlabhängigen Öffnungswert (OW) begrenzt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Öffnungswert (OW) einen Öffnungsbasiswert (OBW) beinhaltet, der zwischen einem unteren Grenzwert (Vollastwert), bei dem die motorische Vollast erreicht ist, und einem oberen Grenzwert (Pulsationswert) liegt, bei dem noch keine Pulsationen der Luft in einem Ansaugkanal (7) stromaufwärts von der Drosselklappe (8) auftreten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungswert (OW) aus der additiven Korrektur des Öffnungsbasiswertes (OBW) mit einem ersten Korrekturwert (KW1) erhalten wird, der von der Temperatur in dem Ansaugkanal (7) der Brennkraftmaschine (10) und dem Umgebungsdruck abhängt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungswert (OW) aus der additiven Korrektur des Öffnungsbasiswertes (OBW) mit einem zweiten Korrekturwert (KW2) erhalten wird, der von der Drehzahl (n) abhängt und so adaptiert wird daß bei dem Öffnungswinkel der Drosselklappe (8), der dem Öffnungswert (OW) entspricht, noch keine Pulsationen der Luft in dem Ansaugkanal (7) auftreten.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungsbasiswert (OBW) zusätzlich von der wirksamen Länge des Ansaugkanals abhängt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungsbasiswert (OBW) zusätzlich von der Ventilsteuerzeit der Einlaßventile abhängt.
6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Korrekturwert (KW2) zusätzlich von der wirksamen Länge des Ansaugkanals abhängt.
7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Korrekturwert (KW2) zusätzlich von der Ventilsteuerzeit der Einlaßventile abhängt.

Claims

1. Method for load setting of a combustion engine, particularly for a motor vehicle, whereby the opening angle of the electric motor-actuated throttle valve (8) in an induction port (7) is derived from the setting of an accelerator pedal (1), whereby the opening angle is limited to a speed-dependent opening val-

ue (OV), characterized in that the opening value (OV) has a basic opening value (BOV) which lies between a bottom limit value (full load value) at which the engine full load is reached and an upper limit value (pulsation value) at which no pulsations still occur in the air in an induction port (7) upstream of the throttle valve (8).

2. Method in accordance with Claim 1, characterized in that the opening value (OV) is obtained from the additive correction of the basic opening value (BOV) with a first correction value (CV1) which depends on the temperature in the induction port (7) of the combustion engine (10) and the ambient pressure.

3. Method in accordance with Claims 1 or 2, characterized in that the opening value (OV) is obtained from the additive correction of the basic opening value (BOV) with a second correction value (CV2) which depends on the speed (n) and so adapted that at the opening angle of the throttle valve (8), which corresponds to the opening value (OV), still no pulsations occur in the air in the induction port (7).

4. Method in accordance with Claim 1, characterized in that the basic opening value (BOV) additionally depends on the effective length of the induction port.

5. Method in accordance with Claim 1, characterized in that the basic opening value (BOV) additionally depends on the valve control time of the inlet valves.

6. Method in accordance with Claim 3, characterized in that the second correction value (CV2) additionally depends on the effective length of the induction port.

7. Method in accordance with Claim 3, characterized in that the second correction value (CV2) additionally depends on the valve control time of the inlet valves.

Revendications

1. Procédé de réglage de la charge d'un moteur à combustion interne, en particulier pour un véhicule automobile, par lequel l'angle d'ouverture d'un papillon des gaz (8), réglable électroniquement en position, est commandé, dans un canal d'admission (7), par la position d'une pédale d'accélérateur (1), l'angle d'ouverture étant limité à une valeur d'ouverture (OW) dépendant de la vitesse de rotation, caractérisé en ce que la valeur d'ouverture (OW) contient une valeur de base d'ouverture

(OBW) comprise entre une valeur limite inférieure (valeur à pleine charge), pour laquelle la pleine charge du moteur est atteinte, et une valeur limite supérieure (valeur de pulsation) pour laquelle aucune pulsation de l'air ne se produit encore dans un canal d'admission (7) en amont du papillon des gaz (8).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur d'ouverture (OW) est obtenue en corrigeant la valeur de base d'ouverture (OBW) par addition d'une première valeur de correction (KW1) qui dépend de la température dans le canal d'admission (7) du moteur à combustion interne et de la pression ambiante.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que la valeur d'ouverture (OW) est obtenue en corrigeant la valeur de base d'ouverture (OBW) par addition d'une deuxième valeur de correction (KW2) qui dépend de la vitesse de rotation (n) et est ajustée de telle façon que, pour l'angle d'ouverture du papillon des gaz (8) correspondant à la valeur d'ouverture (OW), aucune pulsation de l'air ne se produit encore dans le canal d'admission (7).

4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur de base d'ouverture (OBW) dépend, en plus, de la longueur efficace du canal d'admission (7).

5. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur de base d'ouverture (OBW) dépend, en plus, de la durée de commande des soupapes d'admission.

6. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que la deuxième valeur de correction (KW2) dépend, en plus, de la longueur efficace du canal d'admission.

7. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que la deuxième valeur de correction (KW2) dépend, en plus, de la durée de commande des soupapes d'admission.

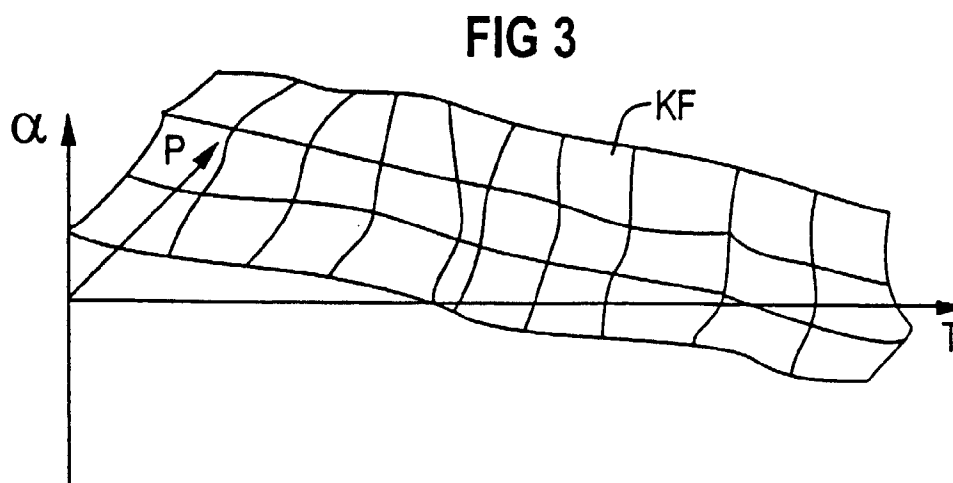
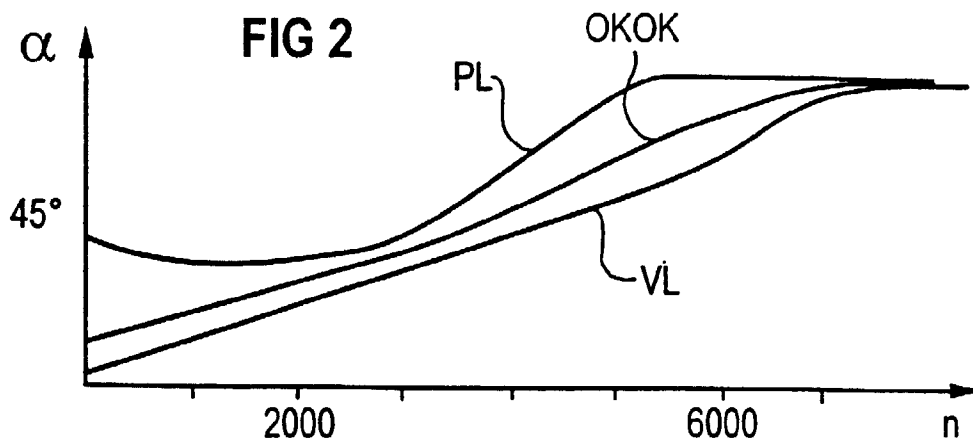
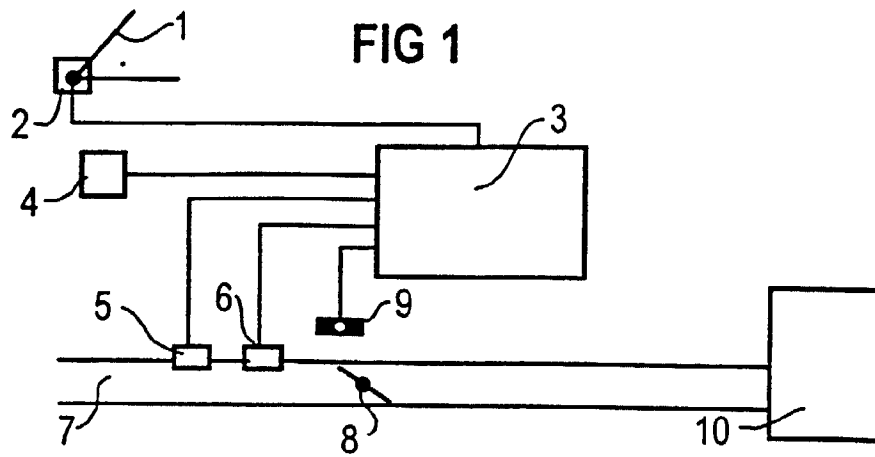


Fig. 4

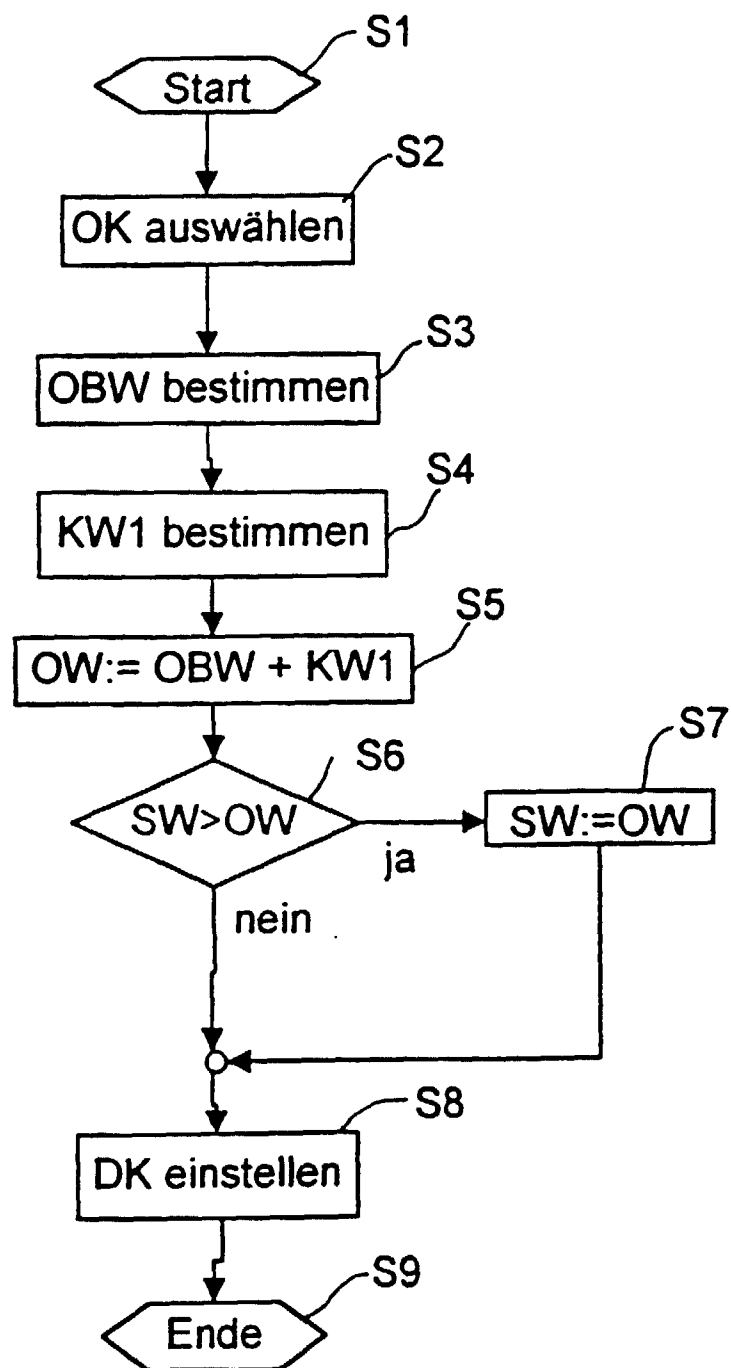


Fig. 5

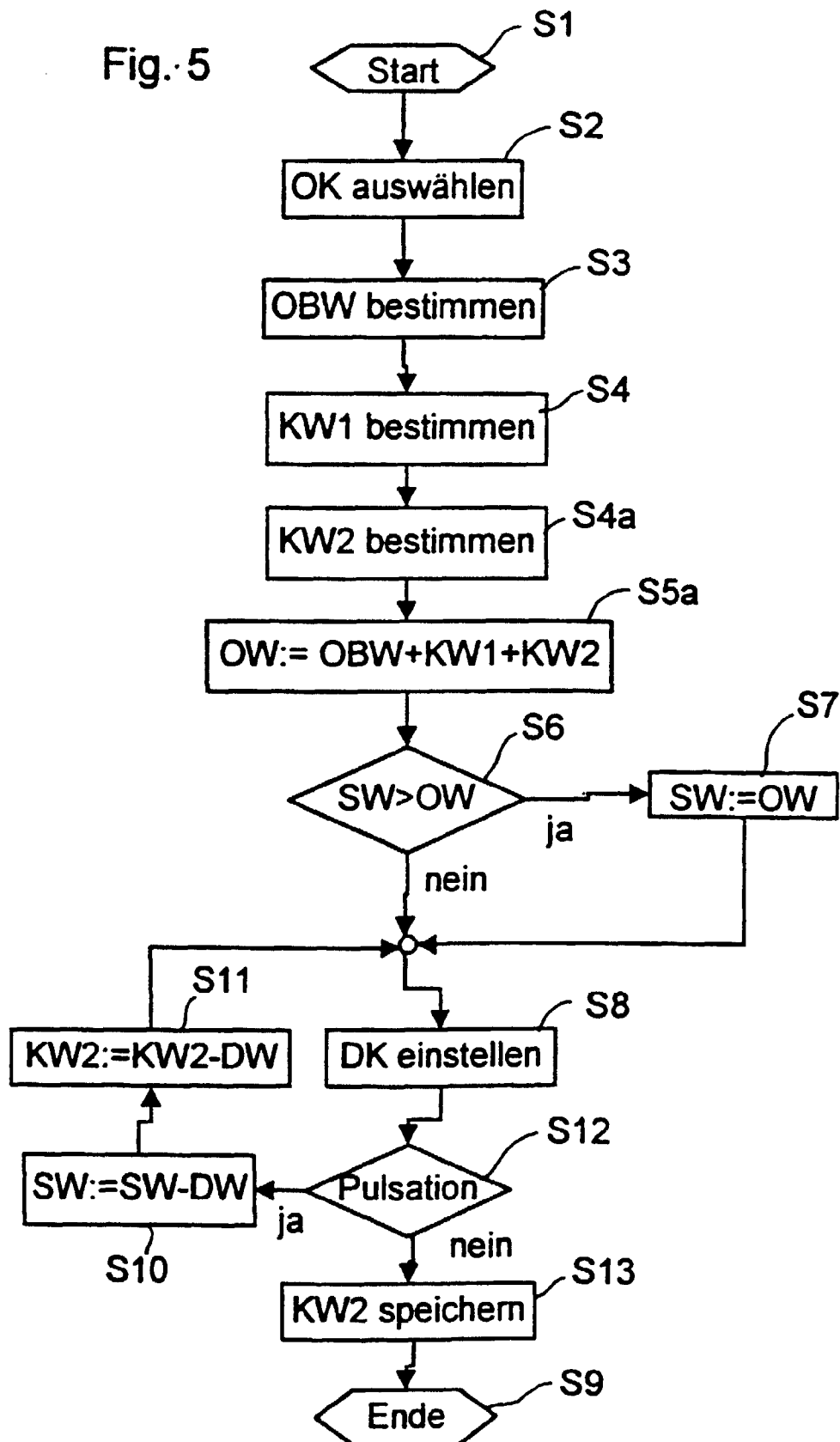


Fig. 6a

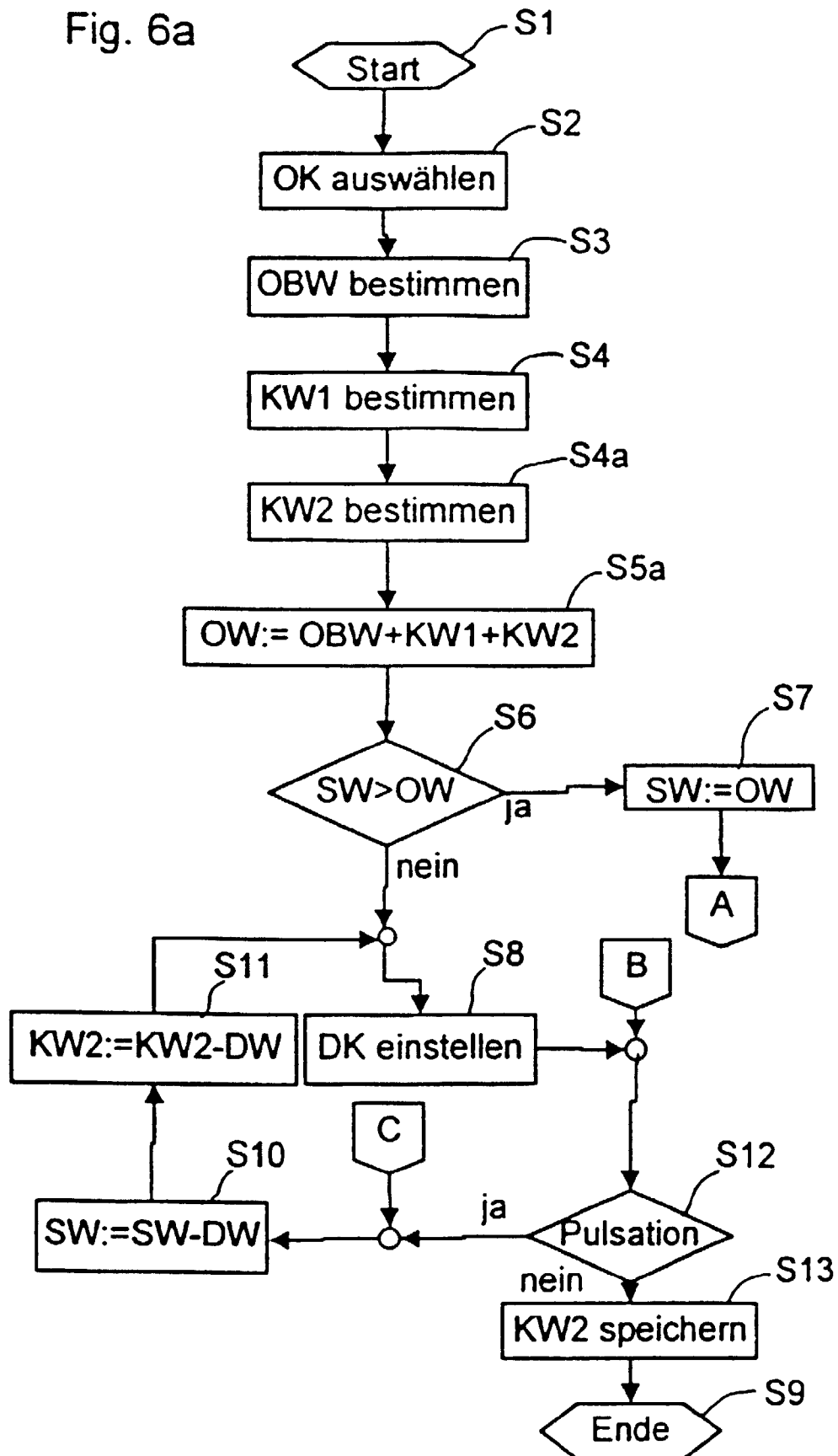


Fig. 6b

