(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 964 989 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.11.2003 Patentblatt 2003/46

(21) Anmeldenummer: **98966554.2**

(22) Anmeldetag: **17.12.1998**

(51) Int Cl.[7]: **F02D 41/14**, F02D 35/02

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE98/03708

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/034103 (08.07.1999 Gazette 1999/27)

(54) **KRAFTSTOFF/LUFT-GEMISCHREGELUNGSSYSTEM EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

AIR-FUEL MIXTURE REGULATING SYSTEM IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

SYSTEME DE REGULATION DU MELANGE CARBURANT-AIR POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **24.12.1997 DE 19757893**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.12.1999 Patentblatt 1999/51

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **REMBOLD, Helmut**
  D-70435 Stuttgart (DE)
- **FRANK, Bruno**
  D-74076 Heilbronn (DE)
- **HAAG, Gottlob**
  D-71706 Markgröningen (DE)
- **BRITSCH, Heinz**
  D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)
- **STUTZENBERGER, Heinz**
  D-71665 Vaihingen (DE)
- **MUELLER, Uwe**
  D-70825 Korntal-Münchingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 833 465
DE-A- 19 819 197
FR-A- 2 284 767
FR-A- 2 485 093
US-A- 4 964 388
US-A- 5 036 669
US-A- 5 452 603

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).

EP 0 964 989 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft die Kraftstoff/Luft-Gemischregelung für Brennkraftmaschinen auf der Basis einer Auswertung der Verbrennungsgeschwindigkeit.

[0002] Aus der DE 24 43 413 ist bereits ein derartiges Lambdaregelungssystem bekannt, bei dem die Verbrennungsgeschwindigkeit durch Auswerten eines im Brennraum fließenden Ionenstroms gewonnen wird. Das bekannte System sieht eine Regelung an der Magerlaufgrenze, das heißt bei magerem Kraftstoff/Luft-Gemisch vor. In diesem Bereich von Lambdawerten größer 1 ändert sich die mittlere Flammengeschwindigkeit monoton mit Änderungen von Lambda, so daß die Werte der ermittelten Flammengeschwindigkeiten in eindeutiger Weise Werten für das Kraftstoff/Luftgemischverhältnis Lambda zuzuordnen sind. Diese Eindeutigkeit geht bei Einbeziehung weiterer Lambdawerte, die auch kraftstoffreiche Gemischzusammensetzungen (Lambda < 1) umfassen, verloren, da die Verbrennungs- oder auch Flammengeschwindigkeit im Bereich von Lambda ungefähr = 0,85 ein Maximum aufweist. Mit anderen Worten: Im Bereich des Maximums reicht ein Wert für das Flammengeschwindigkeitssignal allein nicht zur Regelung aus, da einem Flammengeschwindigkeitswert zwei Lambdawerte zugeordnet sein können (Doppeldeutigkeit).

[0003] vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines Verfahrens und einer Vorrichtung, die eine Lambdaregelung auf der Basis der erfaßten Verbrennungsgeschwindigkeit auch im Bereich des Maximums der Verbrennungsgeschwindigkeit erlauben. Dabei kann die Messung der Verbrennungsgeschwindigkeit mit einer Doppelionenstromsonde erfolgen, wie sie aus der DE 35 19 028 bekannt ist.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Summe der Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0005] Besonders vorteilhaft läßt sich die Erfindung bei Zweitakt-Kleinmotoren anwenden, da sie nur einen vergleichsweise kleinen apparativen Aufwand erfordert und damit kostengünstig ist. Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezug auf die Zeichnungen erläutert.

[0006] Figur 1 zeigt den Brennraum eines Motors mit einer Doppelionenstromsonde und Flammenfronten. Figur 2 stellt zeitliche Verläufe von Ionenströmen dar. Figur 3 zeigt den Verlauf der Flammengeschwindigkeit als Funktion von Lambda. Fig. 4 zeigt das technische Umfeld der Erfindung. Fig. 5 offenbart eine Struktur eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0007] Die Ziffer 1 in Figur 1 bezeichnet die Flammenfront im Brennraum 2 eines Motors. Entsprechend der Pfeilrichtung läuft die Flamme von links auf die rechts im Brennraum angeordnete Doppelionenstromsonde 4 zu, die aus versetzt angeordneten einzelnen Ionenstromsonden 3 und 5 gebildet sein kann. Die Buchstabenkombination Sx (Ziffer 8) bezeichnet den räumlichen Abstand beider Ionenstromsonden. Das Prinzip der Flammengeschwindigkeitsmessung beruht auf der Messung der Laufzeit delta_t, die die Flammenfront 1 zum Zurücklegen der Strecke Sx benötigt. Die Flammengeschwindigkeit WF ergibt sich als Quotient von Wegstrecke und Laufzeit, also als WF = Sx / delta_t (Ziffer 7).

[0008] Die delta_t-Ermittlung ist aus Figur 2 ersichtlich. Dort bezeichnet die Ziffer 2.1 das Signal der ersten Ionenstromsonde und die Ziffer 2.2 bezeichnet das Signal der zweiten Ionenstromsonde. Nach dem Beginn der Verbrennung zum Zeitpunkt t0 steigen die Signale beider Sonden mit einem Zeitverzug delta_t an. Delta_t kann beispielsweise ermittelt werden, indem die Ionenstromsignale mit einem Schwellwert SW verglichen werden und delta_t als zeitlicher Abstand der Schwellwertüberschreitungen definiert wird. Alternativ zu delta_t kann der Abstand auch in Winkelgraden des Kurbelwellenwinkels Alpha bestimmt werden.

[0009] Figur 3 zeigt den Verlauf der aus Sx und delta_t ermittelten mittleren Flammengeschwindigkeit MWF für eine konstante Motordrehzahl als Funktion des Luftverhältnisses Lambda mit einem Maximum MWF_max, das zwei Teilkurven MWF_links und MWF_rechts voneinander trennt.

[0010] Figur 4 zeigt als technisches Umfeld der Erfindung den Brennraum 2 mit Ionenstromsondenanordnung 4, Direkt- oder Saugrohreinspritzventil 4.6, Steuergerät 4.7, einem Lasterfassungsmittel 4.8 und einem Drehzahlsensor 4.9. Anstelle des Einspritzventils kann auch ein geregelter Vergaser verwendet werden.

[0011] Das Einspritzsignal ti wird gemäß der Struktur der Figur 5 gebildet. Danach wird abhängig von Drehzahl n und Last L des Motors 5.1 ein Basiswert tiG des Kraftstoffzumeßsignals aus einem Grundkennfeld GK (Ziffer 5.2) erzeugt. Anschließend wird der Basiswert tiG bspw. wenigstens einmal multiplikativ und/oder additiv in Verknüpfungsblöcken 5.7, 5.8 korrigiert und bspw. als Einspritzimpulsbreite zur Ansteuerung eines Einspritzventiles verwendet. Über die Auswertung der Ionenströme IS wird im Block 5.3 die mittlere Flammengeschwindigkeit MWF der anschließenden Verbrennung erfaßt.

[0012] Es folgt der Regler 5.4, der bspw. als Extremwertregler ausgebildet ist und eine maximale mittlere Flammengeschwindigkeit MWF einregelt. Dieses Ausführungsbsp. eignet sich bspw. besonders für einen Zweitakt-Kleinmotor, der stöchiometrisch bei MWF-max betrieben werden soll. Das Extremwertregelungsverfahren beruht auf einer Auswertung der MWF-Reaktion auf eine vorübergehende Veränderung der Kraftstoffmenge. Diese Reaktion zeigt an, ob man sich auf der rechten oder der linken Seite des MWF-Max befindet.

[0013] Dazu wird zunächst die aktuelle mittlere Verbrennungsgeschwindigkeit MWF1 aus den Ionenstromsignalen gebildet. Die Flammengeschwindigkeit kann

entweder rechts oder links vom Maximum MWP_max der Flammengeschwindigkeit liegen. Zur Entscheidung über die relative Lage bezüglich MWF-max erfolgt eine vorbestimmte Veränderung der Kraftstoffmenge, bspw. eine Erhöhung. Die Veränderung kann selbstverständlich additiv oder multiplikativ über die Verbindung des Reglers 5.4 zum Verknüpfungsblock 5.7 erfolgen. Wenn MWF daraufhin steigt, gehörte MWF1 zum rechten Kennlinienzweig aus Fig. 3 und es muß nochmals angefettet werden. Wird MWF dagegen kleiner, so gehört MWF1 zum linken Kennlinienzweig und es muß nochmals abgemagert werden. Durch Wiederholung dieser Folge läßt sich innerhalb weniger Zyklen die zum Maximum MWF zugehörige Kraftstoffmenge bestimmen. Wegen der waagerechten Tangente im Maximum zeichnet sich diese durch kleine MWF-Reaktionen auf eine Veränderung der Kraftstoffmenge aus. Ein genügend nahe am Maximum liegender Wert kann demnach dadurch erkannt werden, daß die Reaktion der Verbrennungsgeschwindigkeit auf eine Änderung der Kraftstoffmenge ein vorbestimmtes Ausmaß nicht erreicht. Alternativ dazu kann die Nähe des Maximums auch daran erkannt werden, daß die Änderungsrichtung der Verbrennungsgeschwindigkeit wechselt.

[0014] Ist das maximale MWF gefunden, dann kann angefettet werden, wenn vorgegeben ist, daß der Motor etwas fetter laufen soll. Wenn der Motor magerer laufen soll, muß entsprechend abgemagert werden. Mit anderen Worten: Ein gewünschtes Kraftstoff/Luftverhältnis läßt sich durch vorbestimmtes Vergrößern oder Verkleinern derjenigen Kraftstoffmenge, die zu dem Maximum der Verbrennungsgeschwindigkeit führt, einstellen.

[0015] Die Differenz der so erhaltenen Kraftstoffmenge ti, die zum gewünschten Lambda führt, und der Basiskraftstoffmenge tiG wird zu einem Korrekturwert verarbeitet.

[0016] Dazu dient der Block 5.5. Dieser repräsentiert eine Mittelwertbildung der multiplikativen oder additiven Ausgangsgröße des Reglers 5.4 unter stationären Betriebsbedingungen. Stationäre Betriebsbedingungen liegen bspw. vor, wenn Last L und Drehzahl n näherungsweise konstant sind

[0017] Zur Erkennung dieser stationären Bedingungen werden dem Block 5.5 die Signal L und n zugeführt. Zur Mittelwertbildung wird dem Block 5.5 das Ausgangssignal des Reglers 5.4 zugeführt und im Block 5.5.1 gemittelt. Bleiben beide Signale L und n in vorgegebenen Zeitintervallen jeweils innerhalb vorgegebener Schwankungsbreiten, wertet Block 5.5 dies als stationäre Betriebsbedingung. In diesem Fall wird der im Block 5.5.1 gebildete Mittelwert der Ausgangsgröße des Reglers 5.4 über den im stationären Fall geschlossenen Schalter 5.5.2 ausgegeben und einem Lernkennfeld KKstat (Ziffer 5.6) übergeben, das abhängig von Last L und Drehzahl n adressierbar ist. Die im Kennfeld gespeicherten Werte wirken über den Verknüpfungsblock 5.8 auf Basissignal tiG so ein, wie die Ausgangssignale des Reglers 5.4 im Verknüpfungsblocks 5.7 Mit anderen Worten: Beide Blöcke 5.7, 5.8 wirken entweder additiv oder multiplikativ. Aus tiG wird durch die Korrektur tiK.

[0018] Beim nächsten Anfahren eines Lernkennfeldbereiches, dem bereits ein Korrekturwert eingeschrieben worden ist, wirkt dieser Korrekturwert im Block 5.8 so, daß sich kein Bedarf für eine weitere Korrektur im Block 5.7 ergibt. Bei vollständigem Lernen und damit optimiertem Inhalt des Lernkennfeldes KKstat entfällt so gewissermaßen die Notwendigkeit für den regelnden Eingriff in Block 5.7. Damit werden insbesondere Fehlanpassungen in Übergangsbetriebszuständen, die durch Totzeiten der Regelstrecke bedingt sind, vermieden.

[0019] Mit anderen Worten: Im Betrieb des Motors wird der Korrekturwert betriebspunktindividuell mit dem Basiswert verknüpft. Das Lernverfahren zur Ermittlung des jeweils aktuell angepaßten Korrekturwertes wird in vorbestimmter Weise wiederholt, um eine fortlaufende Anpassung der Kraftstoffzumessung an die sich verändernden Betriebsbedingungen des Motors zu gewährleisten.

[0020] Im folgenden wird noch eine vorteilhafte Weiterbildung beschrieben. Diese wirkt sich dann aus, wenn der Kleinmotor so lange betrieben worden ist, daß sein Luftfilter verschmutzt ist. Aufgrund des erhöhten Widerstandes des verschmutzten Luftfilters saugt der Kleinmotor weniger Luft an. Die beschriebene Lernfunktion reagiert darauf mit einer allmählichen Verkleinerung der Kraftstoffmenge, um die gewünschte Gemischzusammensetzung aufrechtzuerhalten. Wenn nun der verschmutzte Luftfilter gegen einen neuen ausgetauscht wird, stellt sich zunächst ein zu mageres Gemisch ein, das zu einer Überhitzungsgefahr für den Kleinmotor führt. Dieses zu magere Gemisch ist darauf zurückzuführen, daß im Lernkennfeld bspw. Korrekturfaktoren kleiner als Eins gespeichert sind. Um diese plötzliche kritische Abmagerung zu vermeiden wird bei einer plötzlichen Abmagerung das Lernkennfeld mit Einsen überschrieben. Die plötzliche Abmagerung infolge eines Luftfilterwechsels kann bspw. durch Auswerten der Differenz des alten und des neuen Korrekturfaktors im Lernkennfeld erfolgen. Ist diese zu groß, zeigt dies eine Fehlanpassung an, die vermutlich für alle anderen Kennfeldplätze ebenfalls gilt. Das Überschreiben der Kennfeldplätze mit Einsen als neutralem Element der Multiplikation stellt dann eine definierte Ausgangssituation her, in der der Kleinmotor ohne Überhitzungsgefahr betrieben werden kann.

[0021] Alternativ zur Verwendung einer Einspritzanlage ist die Erfindung auch in Verbindung mit einem Vergaser anwendbar. In diesem Fall bestimmt die Vergasergeometrie den Basiswert der Kraftstoffmenge und ersetzt damit u.a. das Grundkennfeld GK aus der Fig. 5. Der Korrektureingriff kann in diesem Fall auf die Luftmenge einwirken, bspw. durch Veränderung einer Bypassluftmenge außerhalb des an den Vergaserkraftstoffdüsen vorbeigeführten Hauptluftstroms. Der Korrektureingriff kann aber auch im Kraftstoffpfad wirken,

bspw. durch Veränderung des Druckes in einer Schwimmerkammer des Vergasers.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches für einen Verbrennungsmotor (5.1), bei dem als Maß für das Kraftstoff/Luft-Gemisch die mittlere Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) und die Änderung der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) des Kraftstoff/Luft-Gemisches ermittelt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** neben einem Absolutwert der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) auch die Änderungsrichtung der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) als Funktion des Kraftstoff/Luft-Gemisches bei dem Absolutwert dadurch ermittelt wird, dass das Kraftstoff/Luft-Gemisch geändert wird und dass daraus die resultierende Änderungsrichtung der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) ermittelt wird zur Festlegung der Änderung des Kraftstoff/Luft-Gemisches.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch wiederholtes Ändern des Kraftstoff/Luft-Gemisches und Auswerten der resultierenden Änderungsrichtung das Maximum der Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF_max) aufgefunden wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein gewünschtes Kraftstoff/Luft-Gemisch durch vorbestimmtes Vergrößern oder Verkleinern derjenigen Kraftstoffmenge, die zu dem Maximum der Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF_max) führt, eingestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Basiswert einer zuzumessenden Kraftstoffmenge abhängig von Betriebsparametern des Verbrennungsmotors (5.1) vorgegeben wird, dass ein Maß für den Unterschied des Basiswerts zu der Kraftstoffmenge, die zum gewünschten Kraftstoff/Luft-Gemisch führt, gebildet, dass dieses Maß als Korrekturwert gespeichert wird und im weiteren Betrieb des Verbrennungsmotors (5.1) zur Korrektur des Basiswertes verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das genannte Maß betriebspunktindividuell in einem Lernkennfeld gespeichert und im weiteren Betrieb des Verbrennungsmotors (5.1) multiplikativ und/oder additiv mit dem Basiswert verknüpft wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das genannte Maß in vorbestimmter Weise wiederholt neu gebildet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein neu gebildetes Maß mit seinem Vorgängerwert verglichen wird und dass, wenn sich beide Werte zu stark unterscheiden, die gespeicherten Korrekturwerte durch neutrale Werte ersetzt werden.

8. Vorrichtung zur Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches für einen Verbrennungsmotor (5.1), mit Mitteln zur Erfassung der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) und der Änderung der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) als Maß für die Zusammensetzung des Kraftstoff/Luft-Gemisches, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Mittel neben einem Absolutwert der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) auch die Änderungsrichtung der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) als Funktion des Kraftstoff/Luft-Gemisches bei dem Absolutwert dadurch ermitteln, dass die Mittel das Kraftstoff/Luft-Gemisch ändern und die daraus resultierende Änderungsrichtung der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit (MWF) auswerten zur Festlegung der Änderung des Kraftstoff/Luft-Gemisches.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittlere Verbrenngeschwindigkeit (MWF) aus den Signalen (2.1, 2.2) zweier Ionenstromsonden (3, 5) im Brennraum (2) des Verbrennungsmotors (5.1) gewonnen wird.

Claims

1. Method for setting the fuel/air mixture for an internal combustion engine (5.1), in which the mean combustion rate (MWF) and the change in the mean combustion rate (MWF) of the fuel/air mixture are determined as a measure of the fuel/air mixture, **characterized in that**, in addition to an absolute value of the mean combustion rate (MWF), the direction of change of the mean combustion rate (MWF) is determined as a function of the fuel/air mixture at the absolute value by changing the fuel/air mixture and determining therefrom the resulting direction of change of the mean combustion rate (MWF), in order to define the change in the fuel/air mixture.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the maximum of the combustion rate (MWF_max) is found by changing the fuel/air mixture and evaluating the resulting direction of change.

3. Method according to Claim 2, **characterized in that** a desired fuel/air mixture is set by a predetermined

increase or decrease of that quantity of fuel which leads to the maximum of the combustion rate (MWF_max).

4. Method according to Claim 3, **characterized in that** a basic value of a quantity of fuel which is to be metered is predefined as a function of the operating parameters of the internal combustion engine (5.1), **in that** a measure of the difference of the basic value with respect to the quantity of fuel which gives rise to the desired fuel/air mixture is formed, **in that** this measure is stored as a correction value and is used to correct the basic value during the further operation of the internal combustion engine (5.1).

5. Method according to Claim 4, **characterized in that** the aforesaid measure is stored on an operating-point-specific basis in a learning-specific diagram and is logically linked multiplicatively and/or additively to the basic value during the further operation of the internal combustion engine (5.1).

6. Method according to Claim 4 or 5, **characterized in that** the aforesaid measure is re-formed repeatedly in a predetermined manner.

7. Method according to Claim 6, **characterized in that** a re-formed measure is compared with its predecessor value, and if both values differ too greatly the stored correction values are replaced by neutral values.

8. Device for setting the fuel/air mixture for an internal combustion engine (5.1), having means for registering the mean combustion rate (MWF) and the change in the mean combustion rate (MWF) as a measure of the composition of the fuel/air mixture, **characterized in that** the aforesaid means determine not only an absolute value of the mean combustion rate (MWF) but also the direction of change of the mean combustion rate (MWF) as a function of the fuel/air mixture at the absolute value, **in that** the means change the fuel/air mixture and evaluate the resulting direction of change of the mean combustion rate (MWF) in order to define the change in the fuel/air mixture.

9. Device according to Claim 8, **characterized in that** the mean combustion rate (MWF) is obtained from the signals (2.1, 2.2) of two ion current probes (3, 5) in the combustion chamber (2) of the internal combustion engine (5.1).

Revendications

1. Procédé pour le réglage du mélange air-carburant pour un moteur à combustion interne (5.1), dans lequel la vitesse de combustion moyenne (MWF) et la variation de la vitesse moyenne de combustion (MWF) du mélange air-carburant sont calculées en tant que grandeur pour le mélange air-carburant, **caractérisé en ce que**
parallèlement à une valeur absolue de la vitesse de combustion moyenne (MWF), le sens de variation de la vitesse de combustion moyenne (MWF) est calculé en tant que fonction du mélange air-carburant pour la valeur absolue, de telle façon que le mélange air-carburant est modifié et que le sens de variation de la vitesse de combustion moyenne (MWF) qui en résulte, est déterminé pour définir la modification du mélange air-carburant.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
le maximum de la vitesse de combustion (MWF max) est déterminé avec la modification répétée du mélange air-carburant et l'analyse du sens de variation qui en résulte.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**
un mélange air-essence souhaité est réglé par l'augmentation ou la réduction pré-déterminée de la quantité de carburant, conduisant au maximum de la vitesse de combustion (MWF max).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**
une valeur de base est pré-définie pour le dosage d'une quantité de carburant en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur à combustion interne (5.1), celle-ci fournissant une grandeur pour la différence entre la valeur de base et la quantité de carburant conduisant au mélange air-essence souhaité, et que cette grandeur est enregistrée en tant que valeur corrective et utilisée pour la correction de la valeur de base pendant le fonctionnement ultérieur du moteur à combustion interne (5.1).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**
la grandeur mentionnée est enregistrée dans un diagramme caractéristique d'apprentissage en fonction du point de fonctionnement dynamique individuel et enchaîné à la valeur de base par multiplication et/ou addition pendant le fonctionnement ultérieur du moteur à combustion interne (5.1)

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que**
la grandeur mentionnée est recalculée selon un modèle prédéfini.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**

une nouvelle grandeur est comparée avec sa valeur précédente, et que les valeurs correctives enregistrées sont remplacées par des valeurs neutres en cas d'écart trop important entre les deux valeurs.

8. Dispositif pour le réglage du mélange air-carburant pour un moteur à combustion interne (5.1), comportant des systèmes pour enregistrer la vitesse de combustion moyenne (MWF) et la variation de la vitesse de combustion moyenne (MWF) en tant que grandeur pour la composition du mélange air-carburant,
caractérisé en ce que
les systèmes mentionnés déterminent non seulement une valeur absolue de la vitesse de combustion moyenne (MWF), mais aussi le sens de variation de la vitesse de combustion moyenne (MWF) en tant que fonction du mélange air-carburant pour la valeur absolue, de telle façon que les systèmes modifient le mélange air-carburant et analysent le sens de variation de la vitesse de combustion moyenne (MWF) qui en résulte pour définir la modification du mélange air-carburant.

9. Dispositif selon la revendication 8,
caractérisé en ce que
la vitesse de combustion moyenne (MWF) est déterminée à partir des signaux (2.1, 2.2) de deux sondes à flux ioniques (3, 5) dans la chambre de combustion (2) du moteur à combustion interne (5.1).

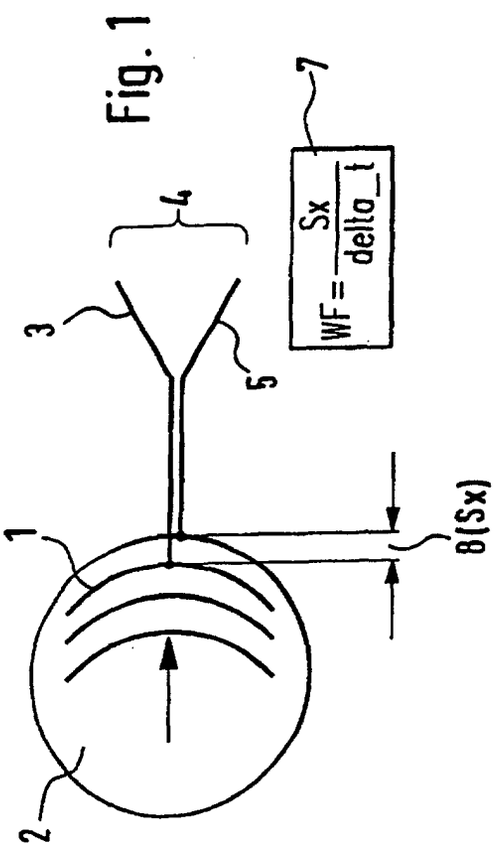


Fig. 1

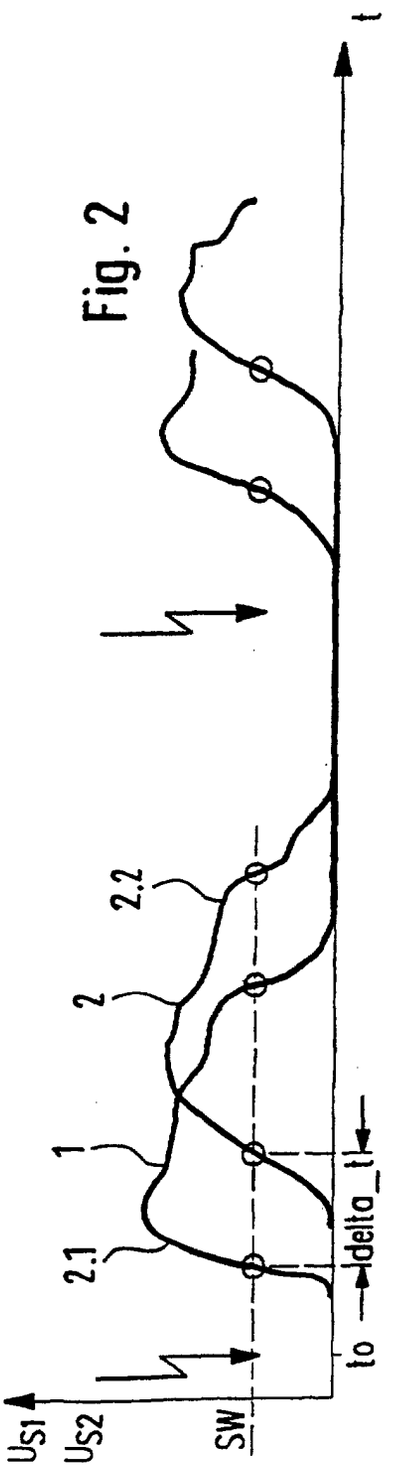


Fig. 2

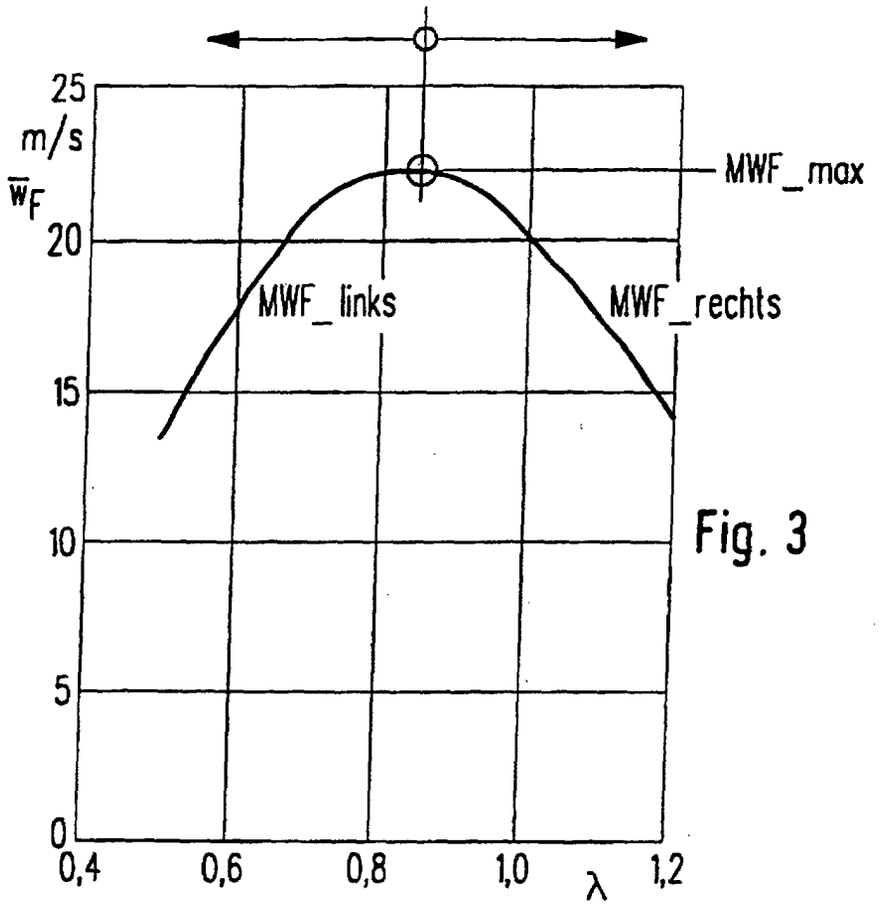

25
m/s
$\bar{w}_F$
20
15
10
5
0
0,4
0,6
0,8
1,0
λ
1,2
MWF_max
MWF_links
MWF_rechts

Fig. 3

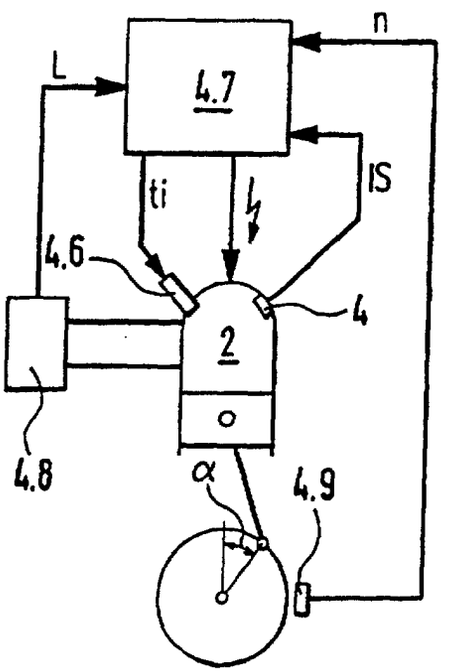

n
L
4.7
IS
ti
4.6
4
2
o
4.8
α
4.9

Fig. 4

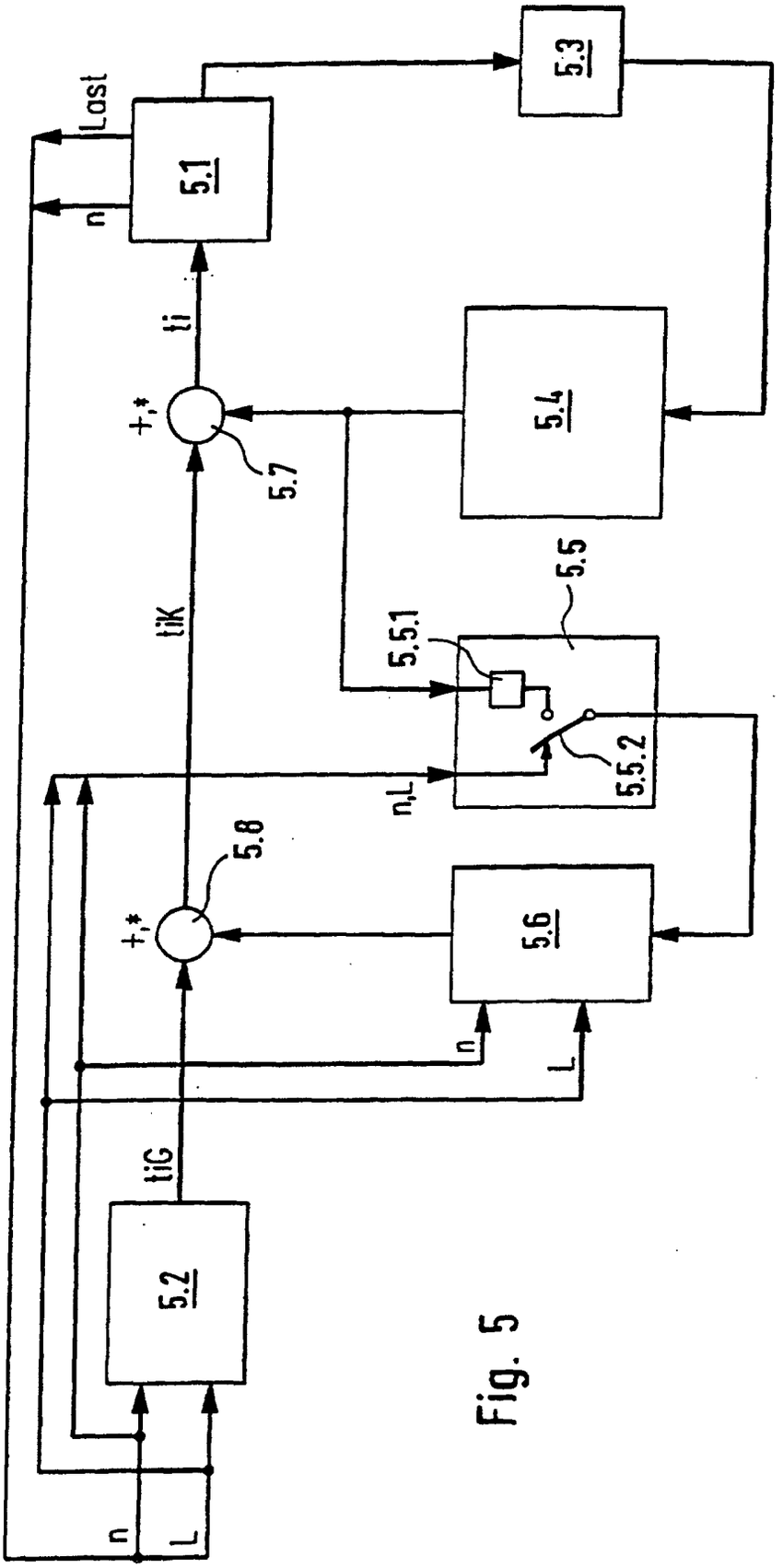


Fig. 5