



(11)

**EP 1 239 220 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**03.01.2007 Patentblatt 2007/01**

(51) Int Cl.:  
**F23N 5/24 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **01129917.9**

(22) Anmeldetag: **15.12.2001**

(54) **Verfahren zur Regelung eines Gasverbrennungsgerätes, insbesondere eines Gasheizgerätes**

Method for Controlling a Gas Combustion Apparatus, particularly a Gas Heating Apparatus

Procédé de régulation d'un appareil de combustion à gaz, en particulier pour le chauffage

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **08.03.2001 DE 10111077**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.09.2002 Patentblatt 2002/37**

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

(72) Erfinder:  
• **Pfotzer, Reinhold**  
**73230 Kirchheim/Teck (DE)**  
• **Grossman, Juergen**  
**73235 Weilheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 050 840 EP-A- 0 209 771**  
**DE-A- 19 627 857 US-A- 5 329 273**

**EP 1 239 220 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

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft Regelungsverfahren für ein Gasverbrennungsgerät, insbesondere für ein Gasheizgerät. Ein solches Gasverbrennungsgerät weist üblicherweise ein Stellglied in Form einer Gasarmatur auf, mit dem ein Mischungsverhältnis von Brenngas und Luft einstellbar ist, wobei die so eingestellte Mischung aus Brenngas und Luft einem Brenner des Gerätes zur Verbrennung zugeführt wird. Bei modernen Gasverbrennungsgeräten ist im Abgasstrang ein Sensor, z.B. eine  $\lambda$ -Sonde, angeordnet, um so einen  $\lambda$ -Wert zu sensieren, der mit dem Sauerstoffgehalt des Abgases korreliert. Dieser  $\lambda$ -Sensor ist mit einem Regelsystem verbunden, das außerdem mit dem Stellglied gekoppelt ist. Dieses Regelsystem ermöglicht nun eine  $\lambda$ -geführte Regelung des Stellgliedes, d.h. das Regelsystem führt einen Soll-Ist-Vergleich eines vom  $\lambda$ -Sensor ermittelten  $\lambda$ -Istwertes mit einem am Regelsystem eingestellten oder darin gespeicherten  $\lambda$ -Sollwert durch und betätigt in Abhängigkeit dieses Soll-Ist-Vergleichs das Stellglied, um so den gewünschten  $\lambda$ -Sollwert einzuregeln. Der vorgegebene  $\lambda$ -Sollwert entspricht dabei einem optimalen Arbeitspunkt des jeweiligen Gasverbrennungsgerätes, bei dem beispielsweise eine minimale Schadstoffemission und eine lange Lebensdauer für das Gasverbrennungsgerät erreicht werden.

**[0002]** Durch Verschmutzung und/oder Alterung des Gasverbrennungsgerätes kann es im Laufe der Betriebszeit des Gerätes dazu kommen, daß ein oberer oder unterer Grenzwert für die am Stellglied einstellbare Stellgröße erreicht. Eine über diese Grenzwerte hinausgehende Regelung ist nicht realisierbar, so daß das Gasverbrennungsgerät zunehmend in einem Arbeitspunkt betrieben wird, der sich mehr und mehr vom optimalen Arbeitspunkt entfernt. Dementsprechend können die Schadstoffe im Abgas die zulässigen Grenzwerte überschreiten; gleichzeitig kann sich dadurch die Lebensdauer des Brenners bzw. des gesamten Gasverbrennungsgerätes reduzieren. Schließlich kann das Gasverbrennungsgerät ausfallen.

**[0003]** Aus der EP 0 050 840 A1, DE 196 27 857 A1 und EP 0 209 771 A1 gehen Gasverbrennungsgeräte mit einem Stellglied zum Einstellen des Mischungsverhältnisses von Luft und Brenngas hervor. Dabei wird mit einem Sensor der Lambdawert erfasst und mit einem mikroprozessorgesteuerten Regelsystem, welches an den Sensor gekoppelt ist, verarbeitet. Weiterhin ist aus der US 5 329 273 A eine Kontrolleinrichtung für Signalanlagen bekannt, bei der eine Fehler- und Messwertstatistik erstellt und ausgewertet wird.

### Vorteile der Erfindung

**[0004]** Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den

Vorteil, daß durch die Kenntnis des Ausfallzeitpunkts, bei dem die Stellgröße einen ihrer Grenzwerte erreicht, rechtzeitig eine Wartung oder Inspektion des Gasverbrennungsgerätes durchgeführt werden kann, bevor es zu einem Betrieb des Gerätes außerhalb des optimalen Arbeitspunktes und bevor es zu einem Ausfall des Gerätes kommt. Die Betriebssicherheit des Gasverbrennungsgerätes kann dadurch insgesamt erhöht werden.

**[0005]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann das Regelsystem ein Warnsignal erzeugen, wenn der berechnete Ausfallzeitpunkt innerhalb einer vorbestimmten Mindestzeitspanne liegt. Hierdurch wird die Sicherheit, daß eine Wartung oder Inspektion des Gerätes noch vor seinem Ausfall durchgeführt wird, zusätzlich erhöht, da das

**[0006]** Warnsignal den Betreiber oder Verwender des Gerätes rechtzeitig warnt. Ein solches Warnsignal kann beispielsweise durch ein entsprechendes Lichtzeichen an einem Display des Gerätes realisiert sein.

**[0007]** Zusätzlich oder alternativ kann das Regelsystem auch dann ein Warnsignal erzeugen, wenn der Ausfallzeitpunkt bereits erreicht oder überschritten ist. Durch diese Maßnahme kann dem Betreiber oder Verwender des Gasverbrennungsgerätes die erhöhte Dringlichkeit zur Durchführung einer Inspektion oder Wartung signalisiert werden.

**[0008]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann das Regelsystem aus einem historischen zeitlichen Verlauf der Stellgröße einen zukünftigen zeitlichen Verlauf der Stellgröße berechnen und daraus den Ausfallzeitpunkt berechnen. Beispielsweise kann in den historischen zeitlichen Verlauf der Stellgröße eine Gerade interpoliert werden, deren Extrapolation den zukünftigen zeitlichen Verlauf der Stellgröße ergibt. Aus der Länge der extrapolierten Geraden bis zu einem Schnittpunkt mit dem jeweiligen Grenzwert der Stellgrößen kann dann der Ausfallzeitpunkt ermittelt werden.

**[0009]** Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

### Zeichnungen

**[0010]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine schaltplanartige Prinzipdarstellung eines Gasverbrennungsgerätes

Fig. 2 ein Diagramm zur Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Stellgrößen eines Stellgliedes des Gasverbrennungsgerätes.

### 55 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0011]** Entsprechend Fig. 1 weist ein nur teilweise dargestelltes Gasverbrennungsgerät 1 einen Brenner 2 auf,

der in einem Brennraum 3 angeordnet ist. Das Gasverbrennungsgerät 1 kann beispielsweise als Gasheizgerät ausgebildet sein und in einer Heizungsanlage eines Gebäudes zum Einsatz kommen. Das Gasverbrennungsgerät 1 weist außerdem ein Stellglied 4 auf, das hier durch eine Gasmischarmatur gebildet ist. Das Stellglied 4 ist eingangsseitig an eine Luftleitung 5 und an eine Brenngasleitung 6 angeschlossen, über die das Stellglied 4 mit Luft bzw. Brenngas versorgt wird. Ausgangsseitig ist an das Stellglied 4 eine Gemischleitung 7 angeschlossen, die das vom Stellglied 4 erzeugte Brenngas-Luft-Gemisch dem Brenner 2 zuführt.

**[0012]** An die Brennkammer 3 ist eine Abgasleitung 8 angeschlossen, in der ein Sensor 9 angeordnet ist. Dieser Sensor 9, der beispielsweise als  $\lambda$ -Sonde ausgebildet ist, kann den Sauerstoffgehalt  $\lambda$  des über die Abgasleitung 8 aus dem Brennraum 3 abgeführten Verbrennungsabgases ermitteln.

**[0013]** Das Gasverbrennungsgerät 1 weist außerdem ein Regelsystem 10 auf, das über eine Signalleitung 11 mit dem Sensor 9 und über eine Steuerleitung 12 mit dem Stellglied 4 verbunden ist. Das Regelsystem 10 enthält beispielsweise einen Mikroprozessor 13 sowie einen damit zusammenwirkenden Speicher 14. Das Regelsystem 10 kann außerdem eine erste Signalleuchte 15 sowie eine zweite Signalleuchte 16 aufweisen.

**[0014]** In dem in Fig. 2 dargestellten Diagramm sind auf der Ordinate die Stellgröße  $y$  des Stellglieds 4 und auf der Abzisse die Zeit  $t$  aufgetragen. Der obere Grenzwert und der untere Grenzwert der am Stellglied 4 einstellbaren Stellgrößen  $y$  sind mit  $y_{\max}$  und  $y_{\min}$  bezeichnet.

**[0015]** Das Gasverbrennungsgerät 1 arbeitet wie folgt:

**[0016]** Das Regelsystem 10 ist so ausgebildet, daß es für das Gasverbrennungsgerät 1 bzw. für den Brenner 2 im Betrieb einen optimalen Arbeitspunkt einregelt. Diesem Arbeitspunkt ist eine bestimmte Sollgröße für den  $\lambda$ -Wert im Abgas zugeordnet. Dieser  $\lambda$ -Sollwert ist beispielsweise im Speicher 14 abgelegt. Dementsprechend führt das Regelsystem 10 eine  $\lambda$ -geführte Regelung des Stellglieds 4 durch, indem das Regelsystem 10 in Abhängigkeit eines Soll-Ist-Vergleichs zwischen dem gespeicherten  $\lambda$ -Sollwert und dem von der Sonde 9 aktuell ermittelten  $\lambda$ -Istwert das Stellglied 4 betätigt. Die Betätigbarkeit des Stellglieds 4 ist durch die Grenzwerte  $y_{\min}$  und  $y_{\max}$  der am Stellglied 4 einstellbaren Stellgrößen  $y$  begrenzt. Das Stellglied 4 und das Regelsystem 10 sind so ausgebildet und so miteinander verbunden, daß das Regelsystem 10 stets die aktuell am Stellglied 4 eingestellte Stellgröße  $y$  kennt. Außerdem kennt das Regelsystem 10 die Grenzwerte  $y_{\min}$  und  $y_{\max}$ . Die Regelung kann permanent oder zyklisch getaktet durchgeführt werden.

**[0017]** Das Regelsystem 10 ist so ausgebildet, daß es einen historischen zeitlichen Verlauf  $V_h$  der am Stellglied 4 eingestellten Stellgrößen  $y$  erfaßt. Durch die verschiedenen Regelungseingriffe des Regelsystems 10 ergibt sich für den historischen Verlauf  $V_h$  beispielsweise die

in Fig. 2 gezeigte Schlangenlinie. Das Regelsystem 10 kann nun für einen aktuellen Zeitpunkt  $t_0$  aus dem historischen zeitlichen Verlauf  $V_h$  einen zukünftigen zeitlichen Verlauf  $V_z$  für die am Stellglied 4 einzustellenden Stellgrößen  $y$  berechnen. In der Ausführungsform gemäß Fig. 2 wird hierfür eine Gerade durch den historischen Verlauf  $V_h$  gelegt (interpoliert). Dieser zukünftige zeitliche Verlauf  $V_z$  wird nun mit demjenigen Grenzwert  $y_{\max}$  oder  $y_{\min}$  geschnitten, auf den sich der historische zeitliche Verlauf  $V_h$  zubewegt. Im vorliegenden Fall steigt der historische Verlauf  $V_h$  an, so daß der zukünftige Verlauf  $V_z$  den oberen Grenzwert  $y_{\max}$  bei I schneidet. Aus diesem Schnittpunkt I kann nun ein in der Zukunft liegender Ausfallzeitpunkt  $t_2$  bestimmt werden. Ausgehend von diesem Ausfallzeitpunkt  $t_2$  kann dann ein Warnzeitpunkt  $t_1$  ermittelt werden, der sich aus einer vorbestimmten Mindestzeitspanne  $t_{\min}$  ergibt, die in Fig. 2 durch eine geschweifte Klammer gekennzeichnet ist. Diese Mindestzeitspanne  $t_{\min}$  ist im Regelsystem 10 gespeichert und kann sich aus Wartungsintervallen ergeben und beispielsweise eine Zeitspanne von zwei bis drei Monate betragen.

**[0018]** Das Regelsystem 10 überprüft nun, ob eine vom aktuellen Zeitpunkt  $t_0$  bis zum errechneten Ausfallzeitpunkt  $t_2$  verbleibende Zeitspanne  $t_v$  größer ist als die vorbestimmte Mindestzeitspanne  $t_{\min}$ . Die verbleibende Zeitspanne  $t_v$  ist in Fig. 2 ebenfalls durch eine geschweifte Klammer gekennzeichnet. Mit anderen Worten: Das Regelsystem 10 überprüft, ob ausgehend vom aktuellen Zeitpunkt  $t_0$  nach Ablauf der Mindestzeitspanne  $t_{\min}$  der Ausfallzeitpunkt  $t_2$  erreicht ist.

**[0019]** Sobald der historische Verlauf  $V_h$  soweit fortgeschritten ist, daß der aktuelle Zeitpunkt  $t_0$  innerhalb der Mindestzeitspanne  $t_{\min}$  liegt, erzeugt das Regelsystem 10 ein Warnsignal, beispielsweise durch eine blinkende Betätigung der ersten Signalleuchte 15. Durch die Auswahl der Mindestzeitspanne  $t_{\min}$  wird einerseits gewährleistet, daß hinreichend Zeit zur Verfügung steht, um rechtzeitig eine Inspektion oder Wartung des Heizgerätes 1 durchführen zu können. Andererseits ergibt sich durch die Mindestzeitspanne  $t_{\min}$  eine Sicherheitsreserve  $y_r$  für die bis zum oberen Grenzwert  $y_{\max}$  noch am Stellglied 4 einstellbaren Stellgrößen  $y$ . Hierdurch kann eine sichere Regelung des Stellglieds 4 und somit ein ordnungsgemäßer Betrieb des Brenners 2 bzw. des Gerätes 1 zumindest zu Beginn der Mindestzeitspanne  $t_{\min}$  gewährleistet werden. Die genannte Sicherheitsreserve  $y_r$  ergibt sich dabei aus einer Schnittstelle II des Warnzeitpunktes  $t_1$  mit dem zukünftigen zeitlichen Verlauf  $V_z$ .

**[0020]** Die hier vorgesehene zweite Signalleuchte 16 wird vom Regelsystem 10 dann aktiviert, wenn der historische zeitliche Verlauf  $V_h$  den Ausfallzeitpunkt  $t_2$ , also die Schnittstelle I erreicht oder übersteigt. Das heißt, wenn der aktuelle Zeitpunkt  $t_0$  mit dem Ausfallzeitpunkt  $t_2$  zusammenfällt. Spätestens ab diesem Zeitpunkt  $t_2$  kann ein ordnungsgemäßer Betrieb des Brenners 2 bzw. des Gerätes 1 im optimalen Arbeitspunkt nicht mehr ge-

währleistet werden.

**[0021]** Obwohl in der beschriebenen Ausführungsform ein ansteigender zeitlicher Verlauf  $V$  der Stellgröße  $y$  beschrieben worden ist, kann die Stellgröße  $y$  im Verlaufe der Zeit  $t$  auch abfallen, wobei dann Entsprechendes für den unteren Grenzwert  $y_{\min}$  gilt.

#### Bezugszeichenliste

#### [0022]

1	Gasverbrennungsgerät
2	Brenner
3	Brennraum
4	Stellglied
5	Luftleitung
6	Brenngasleitung
7	Gemischleitung
8	Abgasleitung
9	Sensor
10	Regelsystem
11	Signalleitung
12	Steuerleitung
13	Mikroprozessor
14	Speicher
15	erste Signalleuchte
16	zweite Signalleuchte
$y$	Stellgröße
$y_{\max}$	oberer Grenzwert
$y_{\min}$	unterer Grenzwert
$y_r$	Sicherheitsreserve
$t$	Zeit
$t_0$	aktueller Zeitpunkt
$t_1$	Warnzeitpunkt
$t_2$	Ausfallzeitpunkt
$t_{\min}$	Mindestzeitspanne
$t_v$	verbleibende Zeitspanne
$V_h$	historischer zeitlicher Verlauf
$V_z$	zukünftiger zeitlicher Verlauf

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung eines Mischungsverhältnisses von Brenngas und Luft an einem Gasverbrennungsgerät, insbesondere Gasheizgerät, mit einem Stellglied (4), mit einem Sensor (9), mit dem ein  $\lambda$ -Wert sensierbar ist, der mit dem Sauerstoffgehalt des Abgases korreliert, und mit einem Regelsystem (10), das mit dem Stellglied (4) und mit dem Sensor (9) gekoppelt ist und das eine  $\lambda$ -geführte Regelung des Stellgliedes (4) ermöglicht, wobei das Regelsystem (10) die am Stellglied (4) eingestellte Stellgröße ( $y$ ) und die Grenzwerte ( $y_{\max}$ ,  $y_{\min}$ ) der am Stellglied (4) einstellbaren Stellgrößen ( $y$ ) kennt und wobei das Regelsystem (10) aus dem historischen zeitlichen Verlauf ( $V_h$ ) der Stellgröße ( $y$ ) einen Ausfallzeitpunkt ( $t_2$ ) berechnet, bei dem die Stellgröße ( $y$ ) einen ihrer

Grenzwerte ( $y_{\max}$ ,  $y_{\min}$ ) erreicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regelsystem (10) ein Warnsignal erzeugt, wenn der berechnete Ausfallzeitpunkt ( $t_2$ ) innerhalb einer vorbestimmten Mindestzeitspanne ( $t_{\min}$ ) liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regelsystem (10) ein Warnsignal erzeugt, wenn der Ausfallzeitpunkt ( $t_2$ ) erreicht oder überschritten ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regelsystem (10) aus dem historischen zeitlichen Verlauf ( $V_h$ ) der Stellgröße ( $y$ ) einen zukünftigen zeitlichen Verlauf ( $V_z$ ) der Stellgröße ( $y$ ) berechnet und daraus den Ausfallzeitpunkt ( $t_2$ ) berechnet.

#### Claims

1. A method for adjusting a mixing ratio of fuel gas and air at a gas burner, in particular a gas heater, comprising a control element (4), comprising a sensor (9) which can sense a  $X$  value which correlates with the oxygen content of the exhaust gas and comprising a control system (10) which is coupled to the control element (4) and the sensor (9) and makes it possible to achieve a  $\lambda$ -led regulation of the control element (4), wherein the control system (10) recognizes the control quantity ( $y$ ) set at the control element (4) and recognises the limiting values ( $y_{\max}$ ,  $y_{\min}$ ) of the control quantities ( $y$ ) which can be adjusted at the control element (4) and wherein the control system (10) calculates a failure time ( $t_2$ ) from the historical time profile ( $V_h$ ) of the control quantity ( $y$ ) at which the control quantity ( $y$ ) reaches its limiting values ( $y_{\max}$ ,  $y_{\min}$ ).
2. The method according to claim 1, **characterised in that** the control system (10) generates a warning signal if the calculated failure time ( $t_2$ ) lies within a predetermined minimum time interval ( $t_{\min}$ ).
3. The method according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the control system (10) generates a warning signal if the failure time ( $t_2$ ) is reached or exceeded.
4. The method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the control system (10) calculates a future time profile ( $V_z$ ) of the control quantity ( $y$ ) from the historical time profile ( $V_h$ ) of the control quantity ( $y$ ) and calculates the failure time ( $t_2$ ) from this.

## Revendications

1. Procédé de réglage d'un rapport de mélange de gaz de combustion et d'air dans un appareil de combustion de gaz, notamment un appareil de chauffage au gaz, comportant un élément de réglage (4), avec un capteur (9), au moyen duquel une valeur  $\lambda$  peut être captée, qui corrèle avec la teneur en oxygène du gaz d'échappement, et comportant un système de réglage (10), qui est couplé à l'élément de réglage (4) et au capteur (9) et permet le réglage en fonction de  $\lambda$  de l'élément de réglage (4), moyennant quoi le système de réglage (10) connaît la grandeur de réglage (y) réglée sur l'élément de réglage (4) et les valeurs limites ( $Y_{\max}$ ,  $Y_{\min}$ ) des grandeurs de réglage (y) réglables sur l'élément de réglage (4) et moyennant quoi le système de réglage (10) calcule à partir du cours temporel historique ( $V_h$ ) de la grandeur de réglage (y) un point temporel de défaillance ( $t_2$ ), auquel la grandeur de réglage (y) atteint une de ses valeurs limites ( $Y_{\max}$ ,  $Y_{\min}$ ).
 

5  
10  
15  
20
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le système de réglage (10) produit un signal d'alerte, lorsque le point temporel de défaillance ( $t_2$ ) calculé est compris dans une plage de temps minimale ( $t_{\min}$ ) prédéterminée.
 

25
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le système de réglage (10) produit un signal d'alerte, lorsque le point temporel de défaillance ( $t_2$ ) est atteint ou dépassé.
 

30
4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le système de réglage (10) calcule à partir du cours temporel historique ( $V_h$ ) de la grandeur de réglage (y) un cours temporel futur ( $V_2$ ) de la grandeur de réglage (y) et calcule à partir de cela le point temporel de défaillance ( $t_2$ ).
 

35  
40

45

50

55

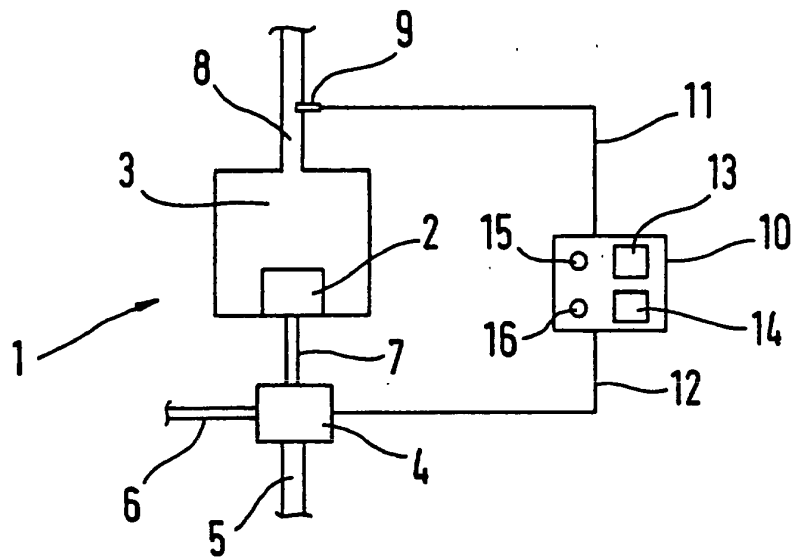


FIG. 1

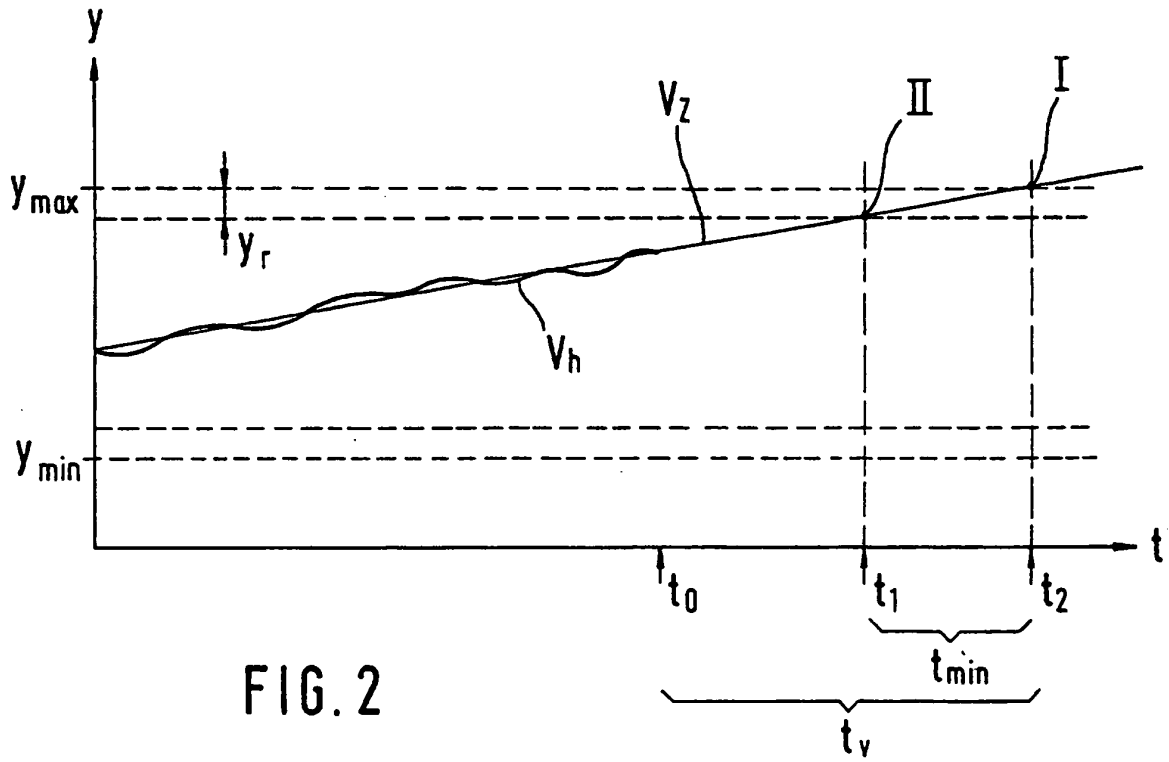


FIG. 2