

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 857 916 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.04.2002 Patentblatt 2002/14

(51) Int Cl.7: **F23N 1/02**

(21) Anmeldenummer: **97120221.3**

(22) Anmeldetag: **19.11.1997**

(54) **Verfahren zum Betrieb eines Steuer- und Regelgeräts für einen Brenner**

Method of controlling a burner

Methode de commande pour un brûleur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI NL

(30) Priorität: **06.02.1997 CH 26197**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.08.1998 Patentblatt 1998/33

(73) Patentinhaber: **Siemens Building Technologies
AG
6300 Zug (CH)**

(72) Erfinder:
• **Kölmel, Harry
76532 Baden-Baden (DE)**
• **Schwendemann, Eckhard
77815 Bühl-Vimbuch (DE)**
• **Feldmeth, Rainer
76135 Karlsruhe (DE)**
• **Huber, Hans-Dieter
77815 Bühl-Vimbuch (DE)**

• **Klump, Volker
76599 Weisenbach (DE)**
• **Feucht, Friedrich
73630 Remshalden (DE)**

(74) Vertreter: **Berg, Peter et al
European Patent Attorney,
Siemens AG,
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 567 060 EP-A- 0 612 960

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no.
129 (M-1228), 2.April 1992 & JP 03 291411 A
(MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD),
20.Dezember 1991,**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no.
307 (M-0993), 3.Juli 1990 & JP 02 101315 A (ISEKI
& CO LTD), 13.April 1990,**

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 0 857 916 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Steuer- und Regelgeräts für einen Brenner gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Solche Steuer- und Regelgeräte werden beispielsweise zur Inbetriebsetzung und zur Steuerung des Normalbetriebs von gasgefeuerten Heizungseinrichtungen verwendet. Derartige Heizungseinrichtungen sind in verschiedenen Bauformen wie Heizkessel und Wandthermen bekannt. Bei Heizkesseln existieren solche mit fester Leistung, die im EIN-AUS-Betrieb betrieben werden, aber auch solche mit variabler Leistung, bei denen die Menge des zur Verbrennung gelangenden Gases variiert wird. Dabei existieren Gebläsebrenner, denen die zur Verbrennung benötigte Luft mittels eines Gebläses zugeführt wird, und atmosphärische Brenner, bei denen ein solches Gebläse fehlt.

[0003] Aus der Firmendruckschrift 7433 der Firma Landis & Gyr ist der Gasfeuerungsautomat LFM1 bekannt, der gasgefeuerten Heizungen, nämlich 1- oder 2-stufige Gasbrenner mit oder ohne Gebläse, zu steuern in der Lage ist. Wird dem Gasbrenner die zur Verbrennung nötige Luft mittels eines Gebläses zugeführt, so wird das Gebläse beim Brennerbetrieb immer mit einer unveränderlichen festen Drehzahl betrieben, unabhängig davon, ob im Falle eines 2-stufigen Brenners die erste oder die zweite Leistungsstufe wirksam ist. Die Drehzahl ist dabei so gewählt, dass beim Betrieb der zweiten Leistungsstufe ein geringer Luftüberschuss vorhanden ist. Das führt dazu, dass beim Betrieb der ersten Leistungsstufe ein sehr bedeutender Luftüberschuss auftritt. Der Nachteil, dass ein sehr hoher, zur Verbrennung des Gases nicht nötiger Luftanteil jeweils mit erhitzt werden muss, wird seit langer Zeit billigend in Kauf genommen.

[0004] Aus der EP-A-0 612 960 ist ein Steuer- und Regelgerät für einen Brenner bekannt, bei dem bei der Inbetriebsetzung des Luftgebläses dessen Drehzahl mit einer vorbestimmten Rate erhöht wird, bis der Drucksensor angibt, ob der geförderte Volumenstrom ausreichend ist oder nicht. Falls nicht, wird der Volumenstrom stetig erhöht, bis der Drucksensor angibt, dass der Volumenstrom ausreichend ist.

[0005] Aus der EP-A-0 073 717 ist eine mikroprozessorgesteuerte Steuer- und Regeleinrichtung für den Betrieb eines gasgefeuerten Heizgerätes bekannt, bei dem im Abgasstrom ein Gebläse vorhanden ist. Eine Gemischregelung findet dabei nicht statt.

[0006] Aus der EP-A-0 614 046 ist eine Steuer- und Regeleinrichtung für den Betrieb eines Gasgebläsebrenners bekannt, bei der die Drehzahl eines Gebläses für die Luftzufuhr stufenlos regelbar ist. Mittels eines zusätzlichen Druckreglers wird dabei eine der tatsächlichen Luftzufuhr angepasste Zufuhr des Verbrennungsgases erreicht. Auf diese Weise soll für alle Laststufen, also für den ganzen Regelbereich, ein optimales Gas-Luft-Verhältnis erreicht werden.

[0007] Im Zusammenhang mit derartigen Heizgeräten besteht aber das Problem, dass Länge und Gestalt des an das Heizgerät anschliessenden Abgaskamins sehr unterschiedlich sein können. Daraus folgt ein unterschiedlicher Strömungswiderstand. Wegen dieses Umstands besteht kein eindeutiger und immer geltender Zusammenhang zwischen der Drehzahl des Gebläses, dem dadurch erreichten Druck und dem Volumenstrom. Folglich kann das ideale Gas-Luft-Verhältnis nicht garantiert werden.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemässes Verfahren zum Betrieb eines Steuer- und Regelgeräts für einen Brenner so auszu gestalten, dass es sich automatisch an den unterschiedlichen Strömungswiderstand des Abgaskamins anpasst.

[0009] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen. Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

[0010] Es zeigen:

Fig. 1 ein Schema eines Brenners mit einem Steuer- und Regelgerät und

Fig. 2 Diagramme.

[0011] Die Fig. 1 zeigt ein Steuer- und Regelgerät 1 für einen Brenner 2, dem ein Brennstoffventil 3 und ein Luftgebläse 4 zugeordnet sind. Auf einen Eingang des Steuer- und Regelgerätes 1 wirkt ein externer Heizkreisregler 5 in der Weise, dass der Heizkreisregler 5 dem Steuer- und Regelgerät 1 die zur Deckung des Wärmebedarfs erforderliche Brennerleistung mitteilt. In Abhängigkeit von diesem Wärmebedarfssignal steuert das Steuer- und Regelgerät 1 das stufenlos verstellbare Brennstoffventil 3 an, mit dem der durch eine Brennstoffleitung 6 geförderte Brennstoff der Brennkammer zugeführt wird. Die Grösse des Wärmebedarfssignals bestimmt also den Öffnungsgrad des Brennstoffventils 3.

[0012] Das Steuer- und Regelgerät 1 beeinflusst auch das Luftgebläse 4. Das Luftgebläse 4 wird im Normalbetrieb in wenigstens zwei Laststufen L_x angesteuert. Bei zwei Laststufen L_x , die z.B. mit "Teillast" und "Volllast" bezeichnet werden, läuft das Luftgebläse unterhalb einer vorbestimmten mittleren Last, die einem bestimmten Öffnungsgrad des Brennstoffventils 3 entspricht, mit einer ersten festen Drehzahl $N(L_x = \text{"Teillast"})$, während es oberhalb dieses bestimmten Öffnungsgrades mit einer zweiten festen Drehzahl $N(L_x = \text{"Volllast"})$ betrieben wird. Die Drehzahlen $N(L_x = \text{"Teillast"})$ und $N(L_x = \text{"Volllast"})$ werden gemäss der Erfindung bei der ersten Inbetriebsetzung des Brenners ermittelt und

bei nachfolgenden Inbetriebsetzungen überprüft, um in jeder Laststufe Lx einen an den Strömungswiderstand des Abgaskamins angepassten Luftvolumenstrom zu befördern.

[0013] Bei der erstmaligen Inbetriebsetzung des Brenners 2 steuert das Steuer- und Regelgerät 1 das Luftgebläse 4 mit einer vorgegebenen Drehzahl an, vorzugsweise mit der anhand der Fig. 2 später definierten Drehzahl $N_{\min}(LS)$. Ein Luftdruckwächter 7 meldet über eine Leitung 8 an das Steuer- und Regelgerät 1, ob der geförderte Luftvolumenstrom einen vorbestimmten Luftdruck zu erzeugen vermag oder nicht. Das Steuer- und Regelgerät 1 erhöht nun die Drehzahl in diskreten Schritten bis der Luftdruckwächter 7 meldet, dass der geförderte Luftvolumenstrom ausreichend ist. Bevorzugt wird das Luftgebläse 4 mit einem pulsweitenmodulierten Signal angesteuert, wobei die Pulsweite des Signals proportional zur gewünschten Drehzahl ist. Nachdem auf diese Weise die minimale Drehzahl $N(LS)$ ermittelt wurde, bei der der Luftdruckwächter 7 anspricht, berechnet das Steuer- und Regelgerät 1 die für die anderen Laststufen Lx optimalen Drehzahlen $N(Lx)$.

[0014] Die Laststufe, bei der der Luftdruckwächter 7 anspricht, wird im folgenden als Laststufe LS bezeichnet.

[0015] Die weitere Inbetriebsetzung des Brenners 2 erfolgt nun, je nach Brennertyp, ebenfalls in der Laststufe LS, oder in der Laststufe "Teillast" oder in einer weiteren speziellen, mit "Zündlast" bezeichneten Laststufe.

[0016] Die Fig. 2 zeigt den in Funktion der Drehzahl N des Luftgebläses 4 geförderten Luftvolumenstrom für drei verschiedene Abgaswege. Auf der Ordinatenachse ist der geförderte Luftvolumenstrom V angegeben. Ebenfalls angegeben sind die Laststufen L1 = "Teillast", LS und L2 = "Volllast". Die Kennlinie 9 entspricht dem Fall des im Minimum zu erwartenden Widerstandes des Abgaskamins, die Kennlinie 10 entspricht dem Fall des im Maximum zu erwartenden Widerstandes des Abgaskamins. Aus den Kennlinien 9 und 10 ist ersichtlich, dass mit zunehmendem Widerstand des Abgasweges die zur Erzielung eines bestimmten Luftvolumenstromes V erforderliche Drehzahl N zunimmt. Die Kennlinie 11 entspricht dem aktuellen Abgasweg. Sie ist eine unbekannte Grösse und bei der ersten Inbetriebsetzung des Brenners 2 zu ermitteln und bei nachfolgenden Inbetriebsetzungen zu überprüfen. Es sind also die auf der Kennlinie 11 liegenden Punkte P(Lx) zu ermitteln, denen die den Laststufen Lx, im Beispiel den Laststufen "Teillast" und "Volllast", entsprechenden Drehzahlen $N(Lx)$ entnehmbar sind.

[0017] Bei einem ersten Ausführungsbeispiel wird angenommen, dass die Kennlinien 9 - 11 annähernd Geraden sind. Im Steuer- und Regelgerät 1 ist deshalb für jede Laststufe Lx die auf der Kennlinie 9 liegende Drehzahl $N_{\min}(Lx)$ und die auf der Kennlinie 10 liegende Drehzahl $N_{\max}(Lx)$ gespeichert oder sie ist mittels einer die Kennlinie 9 bzw. 10 darstellenden Funktion berechenbar. Ist die der Laststufe LS entsprechende Drehzahl N_{LS} gemäss dem oben beschriebenen Verfahren ermittelt worden, dann können die auf der Kennlinie 11 liegenden Drehzahlen $N(Lx)$ für die anderen Laststufen Lx gemäss der folgenden Formel berechnet werden:

$$N(Lx) = \frac{N_{LS} - N_{\min}(LS)}{N_{\max}(LS) - N_{\min}(LS)} * (N_{\max}(Lx) - N_{\min}(Lx)) + N_{\min}(Lx)$$

[0018] Anstelle der geraden Kennlinien 9, 10 und 11 können auch gekrümmte Kennlinien vorgesehen werden. Die obige Formel ist dann weiterhin anwendbar, es könnte aber auch nötig sein, sie entsprechend dem gekrümmten Verlauf der Kennlinien 9, 10 und 11 zu modifizieren.

[0019] Bei nachfolgenden Inbetriebsetzungen steuert das Steuer- und Regelgerät 1 das Luftgebläse 4 mit der aus der vorhergehenden Inbetriebsetzung bekannten Drehzahl N_{LS} an und überprüft, ob der Luftdruckwächter 7 meldet, dass der Luftvolumenstrom ausreichend ist. Falls der geförderte Luftvolumenstrom nicht ausreichend ist, werden wie bei der erstmaligen Inbetriebsetzung die korrekte Drehzahl N_{LS} ermittelt und anschliessend die Drehzahlen $N(Lx)$ neu berechnet.

[0020] Das Steuer- und Regelgerät 1 weist weiter einen Speicher auf, in dem es die Anzahl m der aufeinanderfolgenden Inbetriebsetzungen speichert, bei denen die Drehzahl N_{LS} nicht erhöht werden musste. Übersteigt die Zahl m einen vorbestimmten Wert m_0 , dann reduziert das Steuer- und Regelgerät 1 die Drehzahl N_{LS} um einen vorbestimmten Wert und setzt den Speicherinhalt wieder zurück. Falls eine Abfrage des Luftdruckwächters 7 ergibt, dass der geförderte Luftvolumenstrom noch immer ausreichend ist, dann werden auch die Werte $N(Lx)$ neu berechnet. Falls der geförderte Luftvolumenstrom nach der Reduzierung der Drehzahl N_{LS} jedoch nicht mehr ausreichend ist, wird die Drehzahl N_{LS} wieder auf den alten Wert gesetzt.

[0021] Bei pulsweitenmodulierter Ansteuerung des Luftgebläses 4 erfolgt die Erhöhung der Drehzahl N_{LS} in der Laststufe LS bevorzugt in Schritten von 0.8 Prozent einer vorbestimmten maximalen Drehzahl, während die Reduzierung der Drehzahl N_{LS} in Schritten von -0.4 Prozent erfolgt. Die Drehzahl N_{LS} ist jedoch nie grösser als die der Kennlinie 10 entsprechende maximale Drehzahl $N_{\max}(LS)$.

[0022] Beim Einschalten des Luftgebläses 4 ist eine Anlaufzeit von beispielsweise 5 Sekunden vorzusehen, bevor die Drehzahl weiter erhöht werden kann. Die Erhöhung der Drehzahl in Schritten von 0.8 Prozent erfolgt bevorzugt in Abständen von etwa einer Sekunde. Insbesondere bei Durchlauferhitzern ist eine schnelle Adaption der Drehzahlen wünschenswert, damit nicht zuerst lange kaltes Wasser fliesst, bis nach der Adaption der Brenner 2 tatsächlich ge-

zündet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Steuer- und Regelgeräts (1) für einen Brenner (2), bei dem die zur Verbrennung benötigte Luft mittels eines Luftgebläses (4) zur Brennkammer gefördert wird, wobei der geförderte Luftvolumenstrom mittels eines bei einem ausreichendem Luftvolumenstromes ansprechenden Luftdruckwächters (7) überwacht wird, wobei das Luftgebläse (4) in wenigstens zwei Laststufen betreibbar ist und in jeder Laststufe mit einer mittels des Steuer- und Regelgeräts (1) selbsttätig ermittelten Drehzahl dreht,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der Inbetriebsetzung des Brenners (2)

a) das Luftgebläse (4) in einer vorgegebenen Laststufe LS dreht, wobei die Drehzahl der Laststufe LS entweder einem fest vorgegebenen Wert oder dem bei der vorhergehenden Inbetriebnahme ermittelten Wert entspricht,
b) dass der Luftdruckwächter (7) anspricht, wenn der geförderte Luftvolumenstrom ausreichend ist um den aktuellen Wert der Drehzahl der Laststufe LS zu erhalten,
c) dass, sofern der Luftdruckwächter (7) nicht anspricht, die Drehzahl des Luftgebläses (4) erhöht wird, bis der Luftdruckwächter (7) anspricht,
d) dass die Drehzahlen der übrigen Laststufen, welche auf einer dritten durch die ermittelte Laststufe LS verlaufende Kennlinie (11) liegen, aus dem Wert der Drehzahl der Laststufe LS mittels einer ersten (9) und einer zweiten vorgegebenen Kennlinie (10) berechnet werden, wobei die erste Kennlinie (9) die Abhängigkeit des Volumenstroms (V) von der Drehzahl (N) des Gebläses (4) bei minimal zu erwartendem Widerstand des Abgasweges angibt und die zweite Kennlinie (10) die Abhängigkeit des Volumenstroms (V) von der Drehzahl (N) des Gebläses (4) bei maximal zu erwartendem Widerstand des Abgasweges angibt
und e) dass die dritte Kennlinie dadurch berechnet wird, dass Abstände zwischen den beiden ersten und zweiten vorgegebenen Kennlinien (9, 10) und der dritten Kennlinie (11) für verschiedenen Laststufen in Verhältnis zueinander gesetzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Inbetriebsetzung des Brenners (2) die Drehzahl der Laststufe LS um einen vorbestimmten Wert reduziert wird, sofern bei einer vorgegebenen Anzahl von vorhergehenden Inbetriebsetzungen keine Erhöhung des Wertes der Drehzahl der Laststufe LS erfolgte, wobei die Reduzierung rückgängig gemacht wird, sofern der Luftdruckwächter (7) angibt, dass bei reduzierter Drehzahl der geförderte Luftvolumenstrom nicht ausreichend ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Inbetriebsetzung des Brenners (2) die Erhöhung oder Reduzierung der Drehzahl der Laststufe LS in diskreten Schritten erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl $N(L_x)$ der Laststufe L_x aus der in der Laststufe LS ermittelten Drehzahl N_{LS} berechnet wird zu:

$$N(L_x) = \frac{N_{LS} - N_{\min}(LS)}{N_{\max}(LS) - N_{\min}(LS)} * (N_{\max}(L_x) - N_{\min}(L_x)) + N_{\min}(L_x)$$

wobei die Größen folgender Definition genügen:

$N_{\min}(LS)$ = minimale Drehzahl in der Laststufe LS
 $N_{\max}(LS)$ = maximale Drehzahl in der Laststufe LS
 $N_{\min}(L_x)$ = minimale Drehzahl in der Laststufe L_x
 $N_{\max}(L_x)$ = maximale Drehzahl in der Laststufe L_x ,

und wobei $N_{\min}(LS)$ und $N_{\min}(L_x)$ durch die erste Kennlinie (9) bestimmt und $N_{\max}(LS)$ und $N_{\max}(L_x)$ durch die zweite Kennlinie (10) bestimmt sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beziehung zwischen den Drehzahlen $N_{\min}(L_x)$ der verschiedenen Laststufen L_x und dem geförderten Luftvolumenstrom als eine lineare Beziehung dargestellt ist und dass die Beziehung zwischen den Drehzahlen $N_{\max}(L_x)$ der verschiedenen Laststufen L_x und dem geför-

derden Luftvolumenstrom als eine lineare Beziehung dargestellt ist.

Claims

1. A method of operating a control and regulating device (1) for a burner (2), in which the air required for combustion is conveyed to the combustion chamber by means of an air fan (4), wherein the air volume flow being conveyed is monitored by means of an air pressure monitor (7) which responds at an adequate air volume flow, wherein the air fan (4) can be operated in at least two air stages and in each load stage rotates at a speed of rotation automatically ascertained by means of the control and regulating device (1),

characterised in that

when the burner (2) is set in operation

a) the air fan (4) rotates in a predetermined load stage LS, wherein the speed of rotation of the load stage LS corresponds either to a fixedly predetermined value or the value ascertained in the preceding start-up operation,

b) the air pressure monitor (7) responds when the air volume flow being conveyed is adequate to obtain the current value of the speed of rotation of the load stage LS,

c) if the air pressure monitor (7) does not respond the speed of rotation of the air fan (4) is increased until the air pressure monitor (7) responds,

d) the speeds of rotation of the rest of the load stages which are on a third characteristic (11) passing through the ascertained load stage LS are calculated from the value of the speed of rotation of the load stage LS by means of a first (9) and a second predetermined characteristic (10), wherein the first characteristic (9) specifies the dependency of the volume flow (V) on the speed of rotation (N) of the fan (4) at the minimum resistance to be expected of the flue gas path and the second characteristic (10) specifies the dependency of the volume flow (V) on the speed of rotation (N) of the fan (4) at the maximum resistance to be expected of the flue gas path, and

e) the third characteristic is calculated by spacings between the two first and second predetermined characteristics (9, 10) and the third characteristic (11) being related to each other for various load stages.

2. A method according to claim 1 **characterised in that** when the burner (2) is set in operation the speed of rotation of the load stage LS is reduced by a predetermined value if at a predetermined number of preceding start-up procedures there was no increase in the value of the speed of rotation of the load stage LS, the reduction being reversed if the air pressure monitor (7) signals that at a reduced speed of rotation the air volume flow being conveyed is not adequate.

3. A method according to claim 1 or claim 2 **characterised in that** when the burner (2) is set in operation the increase or reduction in speed of rotation of the load stage LS is effected in discrete steps.

4. A method according to one of claims 1 to 3 **characterised in that** the speed of rotation $N(Lx)$ of the load stage Lx is calculated from the speed of rotation N_{LS} ascertained in the load stage LS as:

$$N(Lx) = \frac{N_{LS} - N_{\min}(LS)}{N_{\max}(LS) - N_{\min}(LS)} * (N_{\max}(Lx) - N_{\min}(Lx)) + N_{\min}(Lx)$$

wherein the parameters comply with the following definitions:

$N_{\min}(LS)$ = minimum speed of rotation in the load stage LS,

$N_{\max}(LS)$ = maximum speed of rotation in the load stage LS,

$N_{\min}(Lx)$ = minimum speed of rotation in the load stage Lx, and

$N_{\max}(Lx)$ = maximum speed of rotation in the load stage Lx ,

and wherein $N_{\min}(LS)$ and $N_{\min}(Lx)$ are determined by the first characteristic (9) and $N_{\max}(LS)$ and $N_{\max}(Lx)$ are determined by the second characteristic (10).

- 5 5. A method according to claim 4 **characterised in that** the relationship between the speeds of rotation $N_{\min}(Lx)$ of the various load stages Lx and the air volume flow being conveyed is represented as a linear relationship and relationship between the speeds of rotation $N_{\max}(Lx)$ of the various load stages Lx and the air volume flow being conveyed is represented as a linear relationship.

Revendications

- 15 1. Procédé d'exploitation d'un appareil de commande et de régulation (1) pour un brûleur (2) dans le cas duquel l'air nécessaire pour la combustion est fourni à la chambre de combustion au moyen d'un ventilateur d'air (4), le débit volumique d'air fourni étant surveillé au moyen d'un organe de surveillance (7) de la pression d'air qui réagit en présence d'un débit volumique d'air comprimé suffisant, le ventilateur d'air (4) pouvant être exploité à au moins deux étages de charge et, à chaque étage de charge, tournant à une vitesse de rotation automatiquement déterminée au moyen de l'appareil de commande et de régulation (1),
- 20 **caractérisé par le fait**
que, lors de la mise en marche du brûleur (2)

a) le ventilateur d'air (4) tourne à un étage de charge prescrit LS , la vitesse de rotation de l'étage de charge LS correspondant soit à une valeur prescrite de façon fixe soit à la valeur déterminée lors de la mise en marche précédente,

b) que l'organe de surveillance (7) de la pression d'air réagit lorsque le débit volumique d'air fourni est suffisant pour maintenir la valeur actuelle de la vitesse de rotation de l'étage de charge LS ,

c) que, dans la mesure où l'organe de surveillance (7) de la pression d'air ne réagit pas, la vitesse de rotation du ventilateur d'air (4) croît jusqu'à ce que l'organe de surveillance (7) de la pression d'air réagisse,

30 d) que les vitesses de rotation des autres étages de charge, qui se situent sur une caractéristique (11) d'allure définie par l'étage de charge déterminé LS , sont calculées à partir de la valeur de la vitesse de rotation de l'étage de charge LS au moyen d'une première (9) et d'une deuxième (10) caractéristiques prescrites, la première caractéristique (9) indiquant la façon dont le débit volumique (V) dépend de la vitesse de rotation (N) du ventilateur (4) pour une résistance minimale à attendre du chemin des gaz brûlés et la deuxième caractéristique (10) indiquant la façon dont le débit volumique (V) dépend de la vitesse de rotation (N) du ventilateur (4) pour une résistance maximale à attendre du chemin des gaz brûlés et

e) que la troisième caractéristique se calcule par le moyen que les distances entre les deux caractéristiques prescrites (9, 10), à savoir la première et la deuxième caractéristiques et la troisième caractéristique (11) pour les différents étages de charge se définissent par un rapport mutuel.

- 40 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** lors de la mise en marche du brûleur (2), la vitesse de rotation de l'étage de charge LS est réduite d'une valeur prédéterminée dès que, pour un nombre prescrit de mises en marche précédentes, il n'y a eu aucun accroissement de la valeur de la vitesse de rotation de l'étage de charge LS , la réduction étant annulée dès que l'organe de surveillance (7) de la pression de l'air indique que, à la
- 45 vitesse de rotation réduite, le débit volumique d'air fourni n'est pas suffisant.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** lors de la mise en marche du brûleur (2), l'accroissement ou la réduction de la vitesse de rotation de l'étage de charge LS se fait par pas discrets.
- 50 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** la vitesse de rotation $N(Lx)$ de l'étage de charge Lx se calcule à partir de la vitesse de rotation N_{LS} , déterminée dans l'étage de charge LS selon l'équation

$$N(Lx) = \frac{N_{LS} - N_{\min}(LS)}{N_{\max}(LS) - N_{\min}(LS)} * (N_{\max}(Lx) - N_{\min}(Lx)) + N_{\min}(Lx)$$

les grandeurs satisfaisant à la définition suivante :

$N_{\min}(LS)$ = vitesse de rotation minimale dans l'étage de charge LS

$N_{\max}(LS)$ = vitesse de rotation maximale dans l'étage de charge LS

$N_{\min}(Lx)$ = vitesse de rotation minimale dans l'étage de charge Lx

$N_{\max}(Lx)$ = vitesse de rotation maximale dans l'étage de charge Lx,

et $N_{\min}(LS)$ et $N_{\min}(Lx)$ étant déterminées par la première caractéristique (9) et $N_{\max}(LS)$ et $N_{\max}(Lx)$ étant déterminées par la deuxième caractéristique (10).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé par le fait que** la relation entre les vitesses de rotation $N_{\min}(Lx)$ des différents étages de charge Lx et le débit volumique d'air fourni est représentée sous forme d'une relation linéaire et que la relation entre les vitesses de rotation $N_{\max}(Lx)$ des différents étages de charge Lx et le débit volumique d'air fourni est représentée sous forme d'une relation linéaire.

Fig. 1

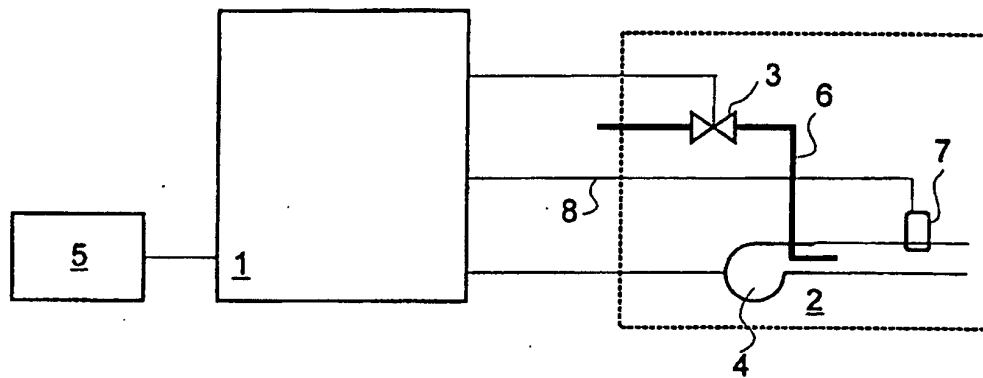


Fig. 2

