

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 644 376 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94111935.6**

(51) Int. Cl.⁶: **F23N 5/00**

(22) Anmeldetag: **30.07.94**

(30) Priorität: **22.09.93 CH 2861/93**

(71) Anmelder: **Landis & Gyr Business Support AG**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.03.95 Patentblatt 95/12

CH-6301 Zug (CH)

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

(72) Erfinder: **Wüest, Josef**
Hasenbergstrasse 32
CH-6312 Steinhausen (CH)

(54) Verfahren zur Regelung eines Brenners.

(57) Bei einem Verfahren zur Regelung eines hinsichtlich der Leistung stufig oder modulierend umschaltbaren Brenners (2) für eine brennerbetriebene Feuerungsanlage zur Regelung des Restsauerstoffgehaltes mittels einer O₂-Sonde (8) im Abgas (7) wird eine Regelungsvorrichtung (9) mit einem PID-Regler eingesetzt. Die Regelparameter für den PID-Regler werden für die vorhandenen Leistungsstufen des Brenners (2) individuell aus Messungen von Sprungantworten am offenen Regelkreis ermittelt. Aus der Regelabweichung wird vom PID-Regler eine leistungsunabhängige Stellgrösse berechnet, die einen leistungsunabhängigen Integralanteil enthält. Die leistungsunabhängige Stellgrösse wird anschliessend mit einer leistungsabhängigen Streckenverstärkung multipliziert. Ein Stellglied, beispielsweise eine Luftklappe (6) wird nach dem Produkt aus leistungsunabhängiger Stellgrösse und leistungsabhängiger Streckenverstärkung gesteuert.

Bei der Umschaltung von einer ersten Leistungsstufe auf eine zweite Leistungsstufe wird der leistungsunabhängige Integralteil der leistungsunabhängigen Stellgrösse als Anfangswert für die leistungsunabhängige Stellgrösse beim Betrieb des Brenners (2) auf der zweiten Leistungsstufe verwendet.

Durch den Einsatz des PID-Reglers und der Einführung der leistungsunabhängigen Stellgrösse wird erreicht, dass bei der Umschaltung des Brenners (2) zwischen den Leistungsstufen weniger Schadstoffe entstehen und Energieverluste vermindert werden.

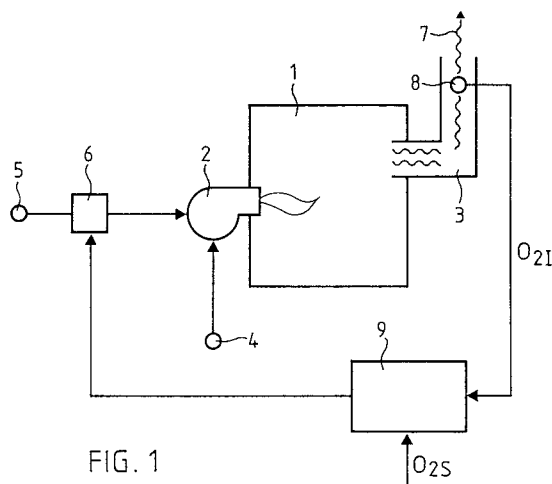


FIG. 1

EP 0 644 376 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung eines Brenners für eine brennerbetriebene Feuerungsanlage, der hinsichtlich der Leistung stufig oder modulierend umschaltbar ist, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Energieeinsparungen und Umweltschutz kommt heute bei brennerbetriebenen Feuerungsanlagen eine zentrale Bedeutung zu, da selbst bei einmal optimal eingestellten Gas-, Oel- oder anderen Brenneranlagen nie ganz verhindert werden kann, dass während der Betriebsdauer Schadstoffe entstehen und wertvolle Energie verloren geht. Da bekannt ist, dass der Restsauerstoff- bzw. O_2 -Gehalt in den Abgasen ein Mass für die Qualität und den Wirkungsgrad der Verbrennung darstellt, werden immer häufiger Feuerungsanlagen mit O_2 -Regelungen ausgerüstet. Dabei wird mittels einer O_2 -Messsonde im Abgaskanal und einer Regelungsvorrichtung das Verhältnis der zugeführten Luftmenge zum zugeführten Brennstoff derart geregelt, dass die Konzentration des Restsauerstoffes in den Abgasen den eingestellten Sollwert erreicht. Damit wird im Idealfall eine fast stöchiometrische Verbrennung des Brennstoffes erreicht.

Da weiterhin bekannt ist, dass die Summe der Schadstoffe (CO , NO_x) in den Abgasen im wesentlichen etwa dort ein Minimum erreicht, wo auch die annähernd vollständige Verbrennung des Brennstoffes stattfindet, kann mit einer O_2 -Regelung auch der Schadstoffausstoss einer Feuerungsanlage beträchtlich reduziert und innerhalb vorgeschriebener Grenzwerte gehalten werden.

Bei Feuerungsanlagen mit Brennern, die häufig auf verschiedenen Leistungsstufen betrieben werden, stellt sich das Problem der nicht-optimalen Verbrennung und der Begrenzung des Schadstoffausstosses bei der Umschaltung von einer ersten Leistungsstufe auf eine zweite Leistungsstufe. Insbesondere bei Grossanlagen kann der Schadstoffausstoss während der Umschaltphase beträchtlich über den Normalwerten liegen, die während des Betriebs auf einer festen Leistungsstufe auftreten. Der Grund für solche Abweichungen liegt darin, dass die Regelungsvorgänge während der Uebergänge nicht vollständig beherrschbar sind.

Werden O_2 -Regelungen verwendet, so erfordert dies, dass im allgemeinen die Regelungsparameter der Regelungseinrichtung für jede der vorhandenen Leistungsstufen individuell mit einem gesonderten Verfahren ermittelt werden. Bei der Umschaltung von einer ersten Leistungsstufe auf eine zweite Leistungsstufe müssen jeweils die Regelungsparameter der Regelungseinrichtung umgeschaltet werden, was Unstetigkeiten während des Ueberganges bewirkt und letztlich nicht-optimale Verbrennung während der Uebergänge bedeutet.

Das Datenblatt 7851D vom September 1990 der Firma Landis & Gyr beschreibt einen Sauerstoff-Regler vom Typ RWF61.190 mit signalabhängigen Regelparametern für modulierbare Brenner. Es handelt sich um einen PI-Regler mit signaladaptivem Verhalten für O_2 -Regelungen bei Brenneranlagen. Modulierbar heisst, dass der Brenner hinsichtlich der Leistung stufenlos umschaltbar ist. Natürlich sind auch bei modulierender Steuerung unterschiedliche Leistungsstufen wirksam. Die Regelparameter für diesen Regler werden individuell aus Messungen von Sprungantworten am offenen Regelkreis bei zwei Leistungsstufen, nämlich bei maximaler Brennerleistung und bei minimaler Brennerleistung, ermittelt. Die so ermittelten Regelparameter werden anschliessend an entsprechenden Potentiometern des Reglers eingestellt. Die Regelparameter für einen PI-Regler sind die Regelverstärkung K_R und die Nachstellzeit T_N . Die Regelverstärkung K_R und die Nachstellzeit T_N werden für eine PI-Regelstrecke mit Totzeit nach der Methode von Ziegler und Nichols eingestellt (siehe dazu beispielsweise im Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, IV. Band, Seite 596, Formel 134; vom Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, Berlin-Bosigwalde).

Die Funktionsweise dieses PI-Reglers ist so, dass aus der Regelabweichung, die die Differenz zwischen O_2 -Sollwert und O_2 -Istwert darstellt, eine Stellgrösse berechnet wird, die einen Proportionalanteil, einen Integralanteil und einen leistungsabhängigen Verstärkungsfaktor enthält. Mit der Stellgrösse wird das Stellglied, beispielsweise eine Luftklappe, die das Verhältnis von Luft zu Brennstoff reguliert, gesteuert.

Eine PI-Regelung dieser Art hat den Nachteil, dass im Fall der stufenweisen Umschaltung von einer ersten Leistungsstufe auf eine zweite Leistungsstufe im Uebergangsstadium die Stellgrösse, die im ausgeregelten Zustand im wesentlichen dem Integralanteil des PI-Reglers entspricht, zunächst im neuen Betriebszustand auf der zweiten Leistungsstufe übernommen wird. Da der Integralanteil des PI-Reglers jedoch einen zur jeweiligen Leistungsstufe proportionalen Anteil enthält, ist dessen Grösse noch gar nicht auf die neuen Betriebsverhältnisse der zweiten Leistungsstufe abgestimmt, hat also zunächst einen falschen Wert. Dieser falsche Wert wird zwar in der Folge ausgeregelt, bewirkt aber, dass im Uebergangsstadium wegen nicht-optimaler Verbrennung vermehrt Schadstoffe ausgestossen werden.

Die Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Regelung eines hinsichtlich der Leistung stufig oder modulierend umschaltbaren Brenners für eine brennerbetriebene Feuerungsanlage anzugeben, das einen günstigeren Verlauf der Verbrennung beim Uebergang zwischen den Leistungsstufen aufweist.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 gegebene Lehre gelöst.

Die Lösung beruht darauf, dass eine leistungsunabhängige Stellgrösse berechnet wird.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass bei der Umschaltung zwischen verschiedenen Leistungen des Brenners weniger Schadstoffe entstehen und Energieverluste vermindert werden.

Im folgenden wird das neue Verfahren unter Beizug von Figuren näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 eine Brenneranlage mit O₂-Regelung in schematischer Darstellung,
 5 Fig. 2 den O₂-Regelkreis in schematischer Darstellung, und
 Fig. 3 die Messung der Sprungantwort am offenen O₂-Regelkreis.

Figur 1 zeigt eine Brenneranlage mit O₂-Regelung in schematischer Darstellung, mit einem Heizkessel 1, einem Brenner 2, der zwischen mehreren Leistungsstufen umschaltbar ist, und einem Abgaskanal 3. Der Brenner 2 hat eine Brennstoffzufuhr 4 und eine Luftzufuhr 5, wobei in der Luftzufuhr 5 ein Stellglied, 10 beispielsweise eine Luftklappe 6 oder ein Ventilator, zur Anpassung der zugeführten Luftmenge an die zugeführte Brennstoffmenge vorhanden ist. Abgase 7 aus der Verbrennung werden über den Abgaskanal 3 fortgeleitet. Im Abgaskanal 3 befindet sich eine O₂-Sonde 8, die den Restsauerstoffgehalt (O₂) im Abgas 7 misst. Die von der O₂-Sonde 8 gemessenen O₂-Istwerte O_{2i} werden einer Regelungsvorrichtung 9 zugeführt, wo sie mit einem O₂-Sollwert O_{2s} verglichen werden, worauf aufgrund der Leistung des Brenners 2 und der ermittelten Differenz die Luftklappe 6 von der Regelungsvorrichtung 9 gesteuert wird. Die 15 optimale Luftzufuhr bzw. der optimale Luftüberschuss für die Verbrennung ist leistungsabhängig. Die Regelungsvorrichtung 9 dient dem Zweck, die dem Brenner 2 zugeführte Luftmenge so zu steuern, dass der im Abgas 7 gemessene Restsauerstoffgehalt (O₂) den eingestellten O₂-Sollwert O_{2s} erreicht. Damit wird im Idealfall eine fast stöchiometrische Verbrennung des Brennstoffes erreicht, was auch bedeutet, dass der 20 Schadstoffgehalt im Abgas 7 bezüglich der Gase CO und NO_x minimal wird.

In der Figur 2 ist der O₂-Regelkreis und dessen Abhängigkeit von der Leistung P_B des Brenners 2 schematisch dargestellt. In einem Vergleich 10 wird der von der Leistung P_B des Brenners abhängige O₂-Sollwert O_{2s} mit dem O₂-Istwert O_{2i} verglichen, d.h. aus der Differenz der beiden Werte ergibt sich eine Regelabweichung 11. Die Regelabweichung 11 wird einem PID-Regler 12 zugeführt, der aus der Regelab- 25 weichung 11 zunächst eine leistungsunabhängige Stellgröße Y_R berechnet. Der PID-Regler 12 erhält ausserdem Steuerungsinformationen 14, wie beispielsweise die Leistung P_B des Brenners 2 und die Art des Brennstoffes. Die leistungsunabhängige Stellgröße Y_R wird von einem Korrekturglied 12a in eine von der Leistung P_B des Brenners abhängige Stellgröße 13 umgesetzt. Die Stellgröße 13 wird dem Stellglied, in diesem Fall der Luftklappe 6, zugeführt, deren Einstellwert, nämlich eine Luftklappenstellung 15, eine 30 Regelstrecke 16 beeinflusst. Als Regelstrecke 16 ist die Gesamtheit von Luftzufuhr 5, Brennstoffzufuhr 6, Brenner 2, Heizkessel 1 und Abgaskanal 3 bis zu der O₂-Sonde 8 zu verstehen. An dem Punkt im Abgaskanal 3, an dem sich die O₂-Sonde 8 befindet, ergibt sich als Resultat der Wirkungskette von PID-Regler 12, Korrekturglied 12a, Luftklappe 6 und Regelstrecke 16 ein bestimmter O₂-Wert, der die Regelgröße O₂ darstellt und der von der O₂-Sonde als O₂-Istwert O_{2i} gemessen und zum Vergleich 10 35 zurückgeführt wird.

Der PID-Regler 12 wird deshalb eingesetzt, weil damit sowohl bleibende wie auch vorübergehende Abweichungen vom O₂-Sollwert am kleinsten gehalten werden können.

Die Regelparameter werden für den PID-Regler für jede Leistungsstufe individuell bestimmt. Die Regelparameter des PID-Reglers 12 sind:

- 40 - Die Regelverstärkung K_R (P-Anteil)
 - Die Nachstellzeit T_N (I-Anteil)
 - Die Vorhaltzeit T_V (D-Anteil)

Die Regelverstärkung K_R und die Nachstellzeit T_N und die Vorhaltezeit T_V werden für die PID-Regelstrecke mit Totzeit im wesentlichen nach der Methode von Ziegler und Nichols eingestellt (siehe dazu 45 beispielsweise im Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, IV.Band, Seite 596, Formel 136; vom Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, Berlin-Bosigwalde). Da die Regelung mikroprozessorgesteuert ist und somit eine Abtastregelung darstellt, beinhalten die Formeln auch eine Abtastzeit T_s, dabei wird:

50

55

$$K_R = \frac{1}{K_S} \cdot 1,2 \cdot \frac{T_G}{(T_U + T_S)} \approx K_R = \frac{1}{K_S} \cdot 1,2 \cdot \frac{T_G}{T_U}$$

5

$$T_N = \frac{(T_U + T_S / 2)^2}{(T_U + T_S)} \approx T_U$$

10

$$T_V = \frac{(T_U + T_S)}{2} \approx \frac{T_U}{2}$$

mit

15

$$K_S = \frac{\Delta O_{2IST}}{\Delta_{POS}}$$

20

worin:

T_U = Verzugszeit

T_G = Ausgleichszeit

T_S = Abtastzeit (beispielsweise 0.2 s)

25

ΔO_{2IST} = Differenz des O₂-Wertes im Abgas

Δ_{POS} = Differenz der Luftklappenposition

K_S = Streckenverstärkung

Dabei werden die Werte für T_U , T_G , ΔO_{2IST} und Δ_{POS} aus Messungen von Sprungantworten am offenen Regelkreis gemäss Figur 3 gewonnen. Am offenen Regelkreis, d.h. bei laufendem Brenner auf einer bestimmten Leistungsstufe, aber bei ausgeschalteter O₂-Regelung, wird vorerst abgewartet, bis der von der O₂-Sonde 8 gemessene O₂-Wert stabil ist. Dann wird die Stellung der Luftklappe 6 sprunghaft um den Wert Δ_{POS} geändert und solange beibehalten, bis der von der O₂-Sonde 8 gemessene O₂-Wert wieder stabil ist und sich auf einem gegenüber der Ausgangsstellung genügend verschiedenen Wert eingestellt hat. Dies ist die Ausgangsstellung für die Messung der Sprungantwort.

35

Sodann wird die Stellung der Luftklappe 6 erneut sprunghaft um den Wert Δ_{POS} , aber in entgegengesetzter Richtung, geändert und wieder solange beibehalten, bis der von der O₂-Sonde 8 gemessene O₂-Wert stabil ist. Die Differenz zwischen dem gemessenen O₂-Wert vor der sprunghaften Änderung der Stellung der Luftklappe 6 und dem gemessenen O₂-Wert nach der sprunghaften Änderung derselben ist ΔO_{2IST} . Aus dem Verlauf der O₂-Messkurve werden die Zeitpunkte bestimmt, an denen die gemessene

40

Änderung des O₂-Wertes 10% bzw. 63% des Endwertes von ΔO_{2IST} erreicht haben. Dies ergibt die Verzugszeit T_U und die Ausgleichszeit T_G , wobei T_U im wesentlichen die Reaktionszeit bzw. Totzeit der Regelstrecke 16 darstellt. Für grosse Brenneranlagen ergeben sich für T_U Werte von 5 bis 10s.

Selbstverständlich müssen die so ermittelten Regelparameter für den PID-Regler für jeden verwendeten Brennstoff und für jede Leistungsstufe des Brenners 2 ermittelt und gespeichert werden. Die aktuellen zu verwendenden Regelparameter werden dem PID-Regler über die Steuerungsinformationen 14 mitgeteilt (siehe Figur 2).

45

Das Verfahren zur Regelung des Brenners 2 unter Beizug des PID-Regelalgorithmus läuft wie folgt ab:

Der PID-Regler 12 errechnet eine leistungsunabhängige Stellgrösse Y_R aus der Regelabweichung 11 (siehe auch Figur 2).

50

$$Y_R = Y_{PR} + Y_{IR} + Y_{DR}$$

wobei:

Y_{PR} = leistungsunabhängiger Proportionalteil

55

Y_{IR} = leistungsunabhängiger Integralanteil

Y_{DR} = leistungsunabhängiger Differentialanteil

Der leistungsunabhängige Proportionalteil Y_{PR} errechnet sich dabei wie folgt:

$$Y_{PR}(n) = e(n) \cdot 1,2 \cdot \frac{T_G}{T_U}$$

5

wobei

$e(n)$ = Regelabweichung 11 zum Zeitpunkt (n)

T_G = Ausgleichszeit

T_U = Verzugszeit

10 Die Regelabweichung 11 wird in dieser und in den folgenden Formeln mit dem Buchstaben e bezeichnet. Da die Regelung mikroprozessorgesteuert ist, sind die Formeln in der für die Berechnung mit Mikroprozessoren geeigneten diskreten Darstellungsform, nämlich mit Bezug auf die berechneten oder gemessenen Werte zu einem jeweiligen diskreten Abtastzeitpunkt (n) aufgeführt.

Der leistungsunabhängige Integralanteil Y_{IR} zum Zeitpunkt (n) errechnet sich wie folgt:

15

$$Y_{IR}(n) = Y_{IR}(n-1) + e(n) \cdot 1,2 \cdot \frac{T_G}{T_U} \cdot \left[\frac{T_S}{T_N} \right]$$

20

wobei

$Y_{IR}(n-1)$ = leistungsunabhängige Integralanteil Y_{IR} zum Zeitpunkt (n-1)

$e(n)$ = Regelabweichung 11 zum Zeitpunkt (n)

25

T_G = Ausgleichszeit

T_U = Verzugszeit

T_S = Abtastzeit

T_N = Nachstellzeit

Der leistungsunabhängige Differentialanteil Y_{DR} berechnet sich wie folgt:

30

$$Y_{DR}(n) = 1,2 \cdot \frac{T_G}{T_U} \cdot T_V \cdot \left[\frac{e(n) - e(n-1)}{T_S} \right]$$

35

wobei

$e(n)$ = Regelabweichung 11 zum Zeitpunkt (n)

40

$e(n-1)$ = Regelabweichung 11 zum Zeitpunkt (n-1)

T_G = Ausgleichszeit

T_U = Verzugszeit

T_V = Vorhaltezeit

T_S = Abtastzeit

45 Für die Erfindung ist es von Bedeutung, dass der Proportionalanteil Y_{PR} , der Integralanteil Y_{IR} und der Differentialanteil Y_{DR} in den vorstehend dargelegten Formen als leistungsunabhängige Komponenten ermittelt werden. Bei der Umschaltung von einer ersten Leistungsstufe auf eine zweite Leistungsstufe muss der Integralanteil in leistungsunabhängiger Form zur Verfügung stehen.

Erst anschliessend wird die leistungsunabhängige Stellgrösse Y_R mit $1/K_S$ multipliziert. K_S ist die Streckenverstärkung und leistungsabhängig. Da K_S in vielen Fällen im wesentlichen umgekehrt proportional zur Leistung des Brenners 2 auf der gewählten Leistungsstufe ist, ist in diesen Fällen die Stellgrösse 13 im wesentlichen proportional zur Leistung des Brenners 2 auf der gewählten Leistungsstufe.

55

$$Y = \frac{1}{K_S} \cdot Y_R$$

wobei:

$Y =$ Stellgrösse 13

$Y_R =$ leistungsunabhängige Stellgrösse

$K_S =$ Streckenverstärkung

- 5 Die Stellgrösse 13 wird der Luftklappe 6 zugeführt und bewirkt eine Veränderung der Luftklappenstellung. Dadurch verändert sich die Luftzufuhr zum Brenner 2, was sich letztlich mit einer Verzögerung, der Reaktionszeit der Regelstrecke 16, als Änderung des O_2 -Gehaltes im Abgas 7 bei der O_2 -Sonde 8 bemerkbar macht.

- 10 Im ausgeregelten Zustand sind die Verhältnisse stabil, das heisst der von der O_2 -Sonde 8 gemessene O_2 -Gehalt im Abgas 7 bleibt konstant. Da der Istwert der Regelung dem Sollwert der Regelung entspricht ($O_{2S} = O_{2I}$, siehe auch Figur 2), ist die Regelabweichung 11 gleich Null. Lediglich der Integralanteil Y_{IR} liefert einen Beitrag zur Aufrechterhaltung dieses Zustandes.

Ist die Regelabweichung 11 kleiner als die O_2 -Differenz die sich pro kleinstmöglichem Stellschritt ergibt, so wird nicht korrigiert, da sonst die Regelung zum Schrittpendeln neigt.

- 15 wenn $|e(n)| < NZO_2/2$ dann wird $e(n) = 0$ gesetzt

wobei

$|e(n)|$ = Regelabweichung 11 zum Zeitpunkt (n)

NZO_2 = Neutralbereich

- 20 Die in die Berechnung eingehende Regelabweichung 11 ist unterschiedlich, je nachdem, ob Luftmangel oder Luftüberschuss vorhanden ist:

bei Luftmangel:

wenn $e(n) < 0$ dann $e(n) = e(n)$

bei Luftüberschuss:

wenn $e(n) > 0$ dann $e(n) = e(n)/2$

- 25 wobei

$e(n)$ = Regelabweichung 11 zum Zeitpunkt (n)

Damit wird dem Wunsch entsprochen, die Regelung bei Luftüberschuss langsamer zu machen um Unterschwinger in den CO-Bereich möglichst zu vermeiden.

- 30 Bei der Umschaltung des Brenners 2 von einer ersten Leistungsstufe auf eine zweite Leistungsstufe wird der leistungsunabhängige Integralteil Y_{IR} der leistungsunabhängigen Stellgrösse Y_R als Anfangswert für die leistungsunabhängige Stellgrösse Y_R bei der zweiten Leistungsstufe verwendet. Dies wird im folgenden verdeutlicht durch Betrachtung der Stellgrösse 13 vor und nach der Leistungsstufen-Umschaltung:

Stellgrösse 13 vor der Leistungsstufen-Umschaltung:

35

$$Y_a = \frac{1}{K_{Sa}} \cdot Y_{IR}$$

- 40 wobei

Y_a = leistungsabhängige Stellgrösse 13 im ausgeregelten Zustand bei Betrieb auf der Leistungsstufe A

K_{Sa} = Streckenverstärkung für die Leistungsstufe A

Y_{IR} = leistungsunabhängiger Integralteil

- 45 Da die Regelung in ausgeregeltem Zustand ist, entspricht der Istwert der Regelgrösse dem Sollwert der Regelgrösse ($O_{2S} = O_{2I}$, siehe auch Figur 2). Die Regelabweichung 11 ist gleich Null. Lediglich der Integralanteil Y_{IR} liefert einen Beitrag zur Aufrechterhaltung dieses Zustandes.

Stellgrösse 13 unmittelbar nach der Leistungsstufen-Umschaltung:

50

$$Y_b = \frac{1}{K_{Sb}} \cdot Y_{IR}$$

wobei

- 55 Y_b = leistungsabhängige Stellgrösse 13 im ausgeregelten Zustand bei Betrieb auf der Leistungsstufe B

K_{Sb} = Streckenverstärkung für die Leistungsstufe B

Y_{IR} = leistungsunabhängiger Integralteil

Unter der Annahme, dass während der Umschaltung der O_2 -Sollwert (O_{2S}) für die Regelung nicht geändert

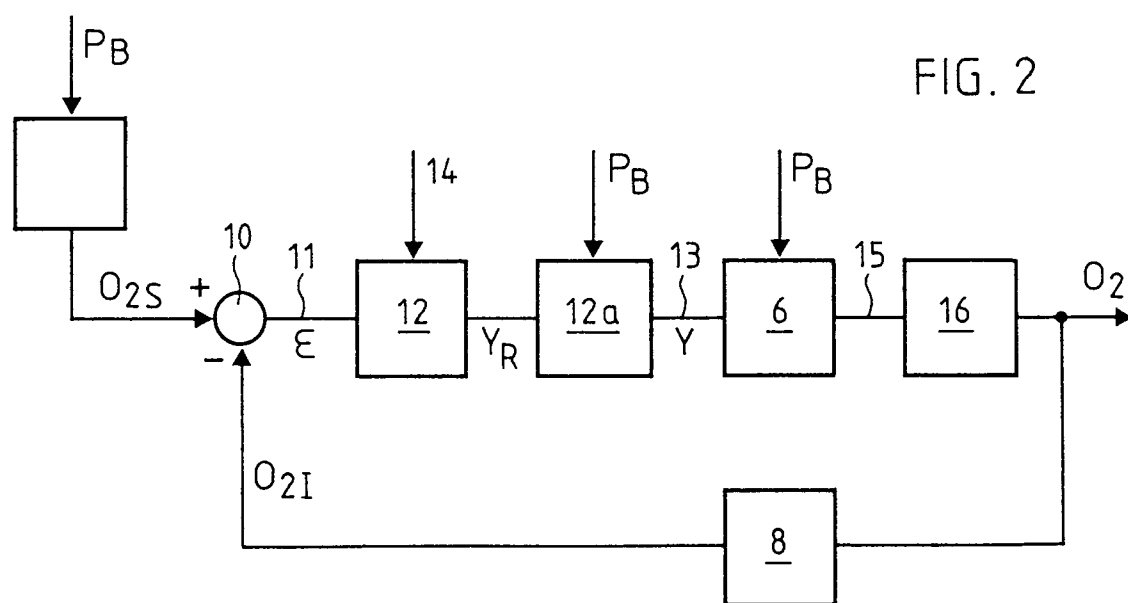
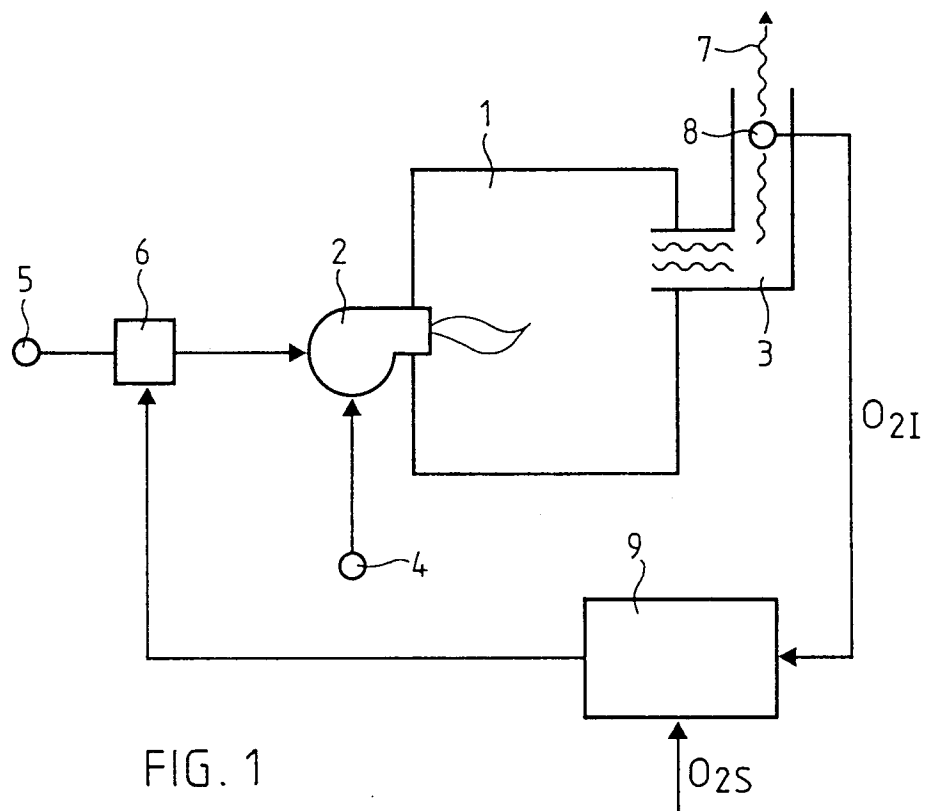
wird, bleibt wegen der Reaktionszeit der Regelung die Regelabweichung 11 vorerst noch gleich Null. Lediglich der leistungsunabhängige Integralanteil Y_{IR} , der während des Ueberganges beibehalten wird, liefert einen Beitrag zur Aufrechterhaltung des Zustandes. Die für den Betrieb auf der neuen Leistungsstufe B massgebende Streckenverstärkung K_{sb} wird gleich zu Beginn des Betriebs auf der neuen Leistungsstufe B angewendet. Mit dieser Massnahme wird erreicht, dass der beim Uebergang übernommene Integralanteil nicht von alten Regelparametereinflüssen verfälscht wird, die für den Betrieb auf der aktuellen Leistungsstufe gar keine Gültigkeit mehr haben und die andernfalls zuerst ausgeregelt werden müssten. Somit verbessert sich die Verbrennung während des Ueberganges beim Betrieb von einer Leistungsstufe auf die nächste und daraus ergibt sich auch ein geringerer Schadstoffausstoss.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung eines Brenners (2) für eine brennerbetriebene Feuerungsanlage, der hinsichtlich der Leistung stufig oder modulierend umschaltbar ist, mit
 - einer O_2 -Sonde (8) zur Messung des Restsauerstoffgehaltes O_2 in den Abgasen, wobei der gemessene Restsauerstoffgehalt als O_2 -Istwert O_{2I} in einer O_2 -Regelung verwendet wird,
 - einem Stellglied zur Regulierung des Luftüberschusses zum Brenner (2),
 - einem Regler zur Berechnung einer Stellgrösse (13) zur Steuerung des Stellglieds aufgrund einer Regelabweichung (11), die als Differenz zwischen einem leistungsabhängigen O_2 -Sollwert O_{2S} für den Restsauerstoffgehalt O_2 und dem O_2 -Istwert O_{2I} für den Restsauerstoffgehalt O_2 berechnet wird, wobei
 - Regelparameter für die vorhandenen Leistungsstufen des Brenners (2) individuell aus Messungen von Sprungantworten am offenen Regelkreis ermittelt werden und in Abhängigkeit von der Leistungsstufe, auf der der Brenner (2) betrieben wird, im Regler eingesetzt werden,

dadurch gekennzeichnet, dass

 - ein PID-Regler (12) eingesetzt wird,
 - aus der Regelabweichung (11) vom PID-Regler (12) eine leistungsunabhängige Stellgrösse Y_R berechnet wird, die aus einem leistungsunabhängigen Proportionalanteil Y_{PR} , einem leistungsunabhängigen Differentialanteil Y_{DR} und einem leistungsunabhängigen Integralanteil Y_{IR} besteht, und dass
 - die leistungsunabhängige Stellgrösse Y_R anschliessend mit einer leistungsabhängigen Streckenverstärkung multipliziert wird, wobei das Stellglied von der Stellgrösse (13) nach dem Produkt aus leistungsunabhängiger Stellgrösse Y_R und leistungsabhängiger Streckenverstärkung gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die leistungsabhängige Streckenverstärkung im wesentlichen umgekehrt proportional zur Leistung des Brenners auf der gewählten Leistungsstufe ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelung bei Luftüberschuss verlangsamt wird, indem bei Luftüberschuss die Regelabweichung (11) mit einem Faktor < 1 multipliziert und dann dem PID-Regler (12) zugeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Umschaltung des Brenners (2) von einer ersten Leistungsstufe auf eine zweite Leistungsstufe der leistungsunabhängige Integralanteil Y_{IR} der leistungsunabhängigen Stellgrösse Y_R als Anfangswert für die leistungsunabhängige Stellgrösse Y_R bei der zweiten Leistungsstufe verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied eine Luftklappe (6) ist.



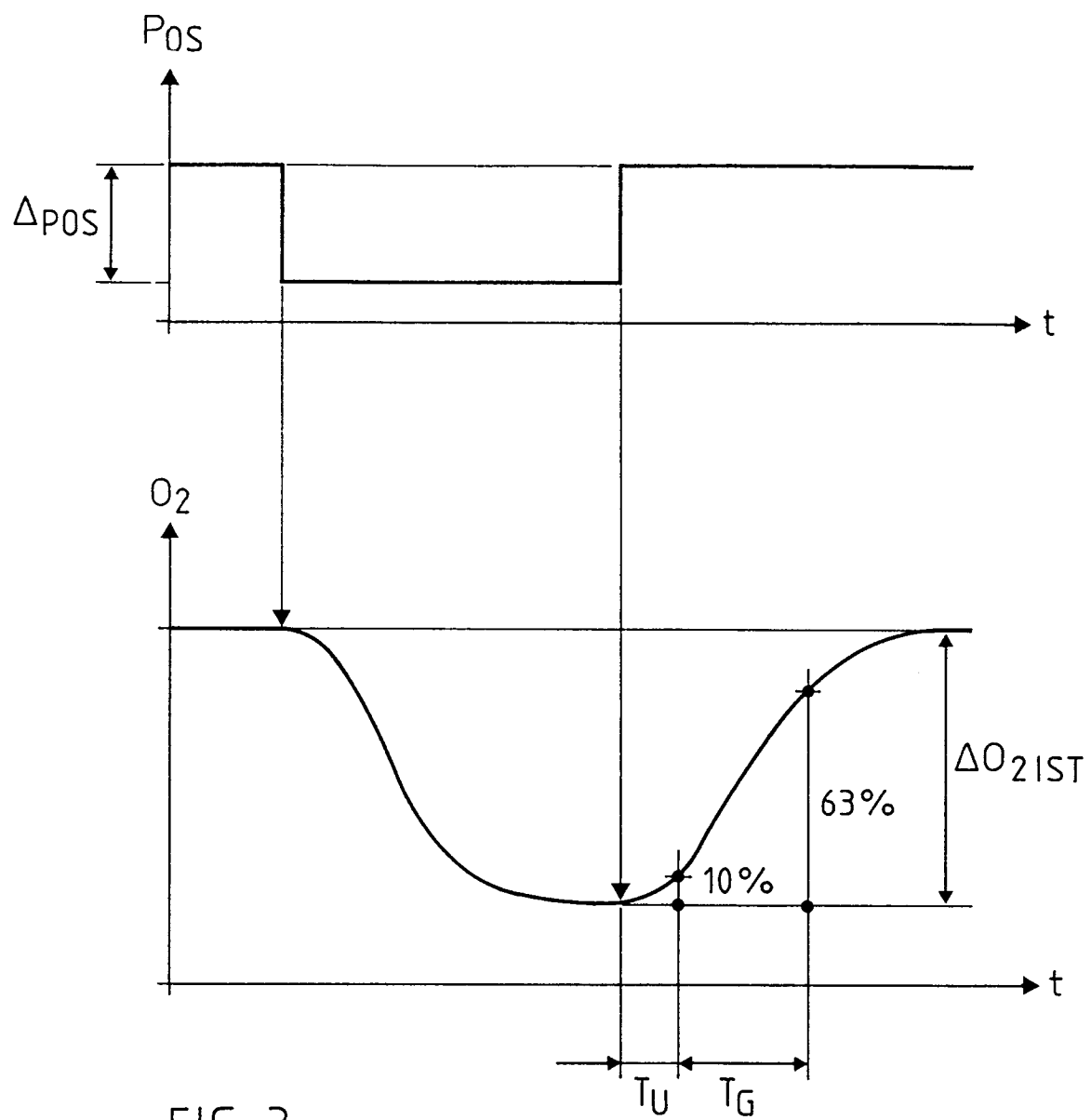


FIG. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 11 1935

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 20 (M-188) 26. Januar 1983 & JP-A-57 174 618 (FUJI DENKI SEIZO) 27. Oktober 1982 * Zusammenfassung * * Abbildung *	1	F23N5/00
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 213 (M-408) 30. August 1985 & JP-A-60 071 849 (TATEISHI DENKI) 23. April 1985 * Zusammenfassung * * Abbildung *	1	
A	--- US-A-4 408 569 (NOVAK) * Zusammenfassung * * Abbildungen * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F23N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 30. November 1994	Prüfer Kooijman, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			