



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102012902092902
Data Deposito	17/10/2012
Data Pubblicazione	17/04/2014

Classifiche IPC

Titolo

APPARECCHIATURA DI REGOLAZIONE E CONTROLLO DELLA COMBUSTIONE IN UN BRUCIATORE A GAS COMBUSTIBILE

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"APPARECCHIATURA DI REGOLAZIONE E CONTROLLO DELLA
COMBUSTIONE IN UN BRUCIATORE A GAS COMBUSTIBILE"

di GAS POINT S.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: VIA ALFIERI, 1

LOCALITA' SORBOLO A LEVANTE

BRESCELLO (RE)

Inventori: LOVASCIO Nicola, RASTELLI Raffaello, ZATTI

Claudio

* * *

La presente invenzione è relativa ad una apparecchiatura di regolazione e controllo della combustione in un bruciatore a gas combustibile che sia in grado di mantenere valori del rapporto aria/gas a livello ottimale per ottenere emissioni di anidride carbonica (CO₂), ossido di carbonio (CO) e ossidi di azoto (NO ed NO₂) a livelli ottimali indipendentemente dal tipo di gas utilizzato e dalla potenza erogata dal bruciatore.

In particolare, la presente invenzione trova vantaggiosa, ma non esclusiva, applicazione nei bruciatori a premiscelazione totale, cui la descrizione che segue farà esplicito riferimento senza per questo perdere in generalità.

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

In Europa si stanno affermando sempre più le caldaie a gas a condensazione.

Esse sono caratterizzate da un elevato rendimento, e da una bassa emissione di sostanze inquinanti, derivante dall'utilizzo di bruciatori a premiscelazione totale .

La bassa emissione di inquinanti è tuttavia condizionata dalla purezza dei gas utilizzati.

I gas combustibili disponibili sul mercato sono classificati in 3 famiglie:

- o la prima famiglia è costituita da gas aventi densità inferiore all'aria e basso potere calorifico; quali il gas città;
- o la seconda famiglia è costituita da gas aventi densità inferiore all'aria e potere calorifico elevato; quali il gas naturale: il metano;
- o la terza famiglia costituita da gas aventi densità superiore all'aria e potere calorifico ancora più elevato; quali il propano ed il butano.

Trascuriamo i gas della prima famiglia poiché scarsamente utilizzati e diffusi.

Nella seconda famiglia il gas di riferimento è il gas naturale puro.

Il gas naturale distribuito in rete in realtà non è mai metano puro (G20); ma è sempre una miscela contenente prevalentemente metano e, in percentuali relativamente

piccole, altri gas quali: azoto (N_2), idrogeno (H_2), propano (C_3H_8).

Analogamente il gas liquido, facente parte della terza famiglia, e distribuito attraverso i serbatoi, non è mai propano puro o butano puro; ma è una miscela di propano (C_3H_8), butano (C_4H_{10}), propilene (C_3H_6).

La presenza di diversi componenti gassosi nei gas distribuiti costringe i costruttori di apparecchi a gas a realizzare prodotti con bruciatori che devono essere in grado di funzionare regolarmente (vale a dire senza mai spegnersi né immettere in atmosfera eccessive quantità di gas inquinanti) sia con i gas di riferimento che con gli altri gas presenti.

Per non incorrere nel rischio di spegnersi, i bruciatori vengono fatti lavorare con miscele aria/gas ricche di gas.

Ogni gas è caratterizzato da un parametro di riferimento, il cosiddetto "indice di Wobbe (W_i)" sufficiente a definirne la quantità di energia che il combustibile è in grado di fornire al bruciatore passando attraverso un circuito di alimentazione del gas a geometria fissa.

Come è noto dallo stato dell'arte, in tutte le applicazioni il gas arriva al bruciatore previo passaggio attraverso dispositivi (valvole, ugelli, e quant'altro)

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

riconducibili, dal punto di vista funzionale, ad un orifizio calibrato.

A parità di dimensione dell'orifizio calibrato, i gas aventi elevato Wi sono in grado di fornire più energia termica; il contrario per i gas aventi basso Wi .

Ogni gas è caratterizzato, inoltre, da una maggiore o minore propensione alla corretta combustione.

Vi sono gas aventi maggiore difficoltà alla combustione perfetta e completa con maggiore emissione di inquinanti CO e CO₂; questi sono i cosiddetti "gas limite di combustione incompleta".

Essi sono sempre caratterizzati dal più elevato Wi della loro categoria.

Inoltre, vi sono gas aventi maggiore velocità di propagazione della fiamma e quindi maggiore propensione al ritorno di fiamma all'interno del bruciatore; essi sono i cosiddetti "gas di ritorno di fiamma".

Tali gas sono caratterizzati da Wi elevato ma inferiore al più elevato della rispettiva categoria.

Vi sono, infine, gas aventi minore velocità di propagazione della fiamma e quindi maggiore propensione al distacco di fiamma dal bruciatore; si tratta dei cosiddetti "gas di distacco fiamma".

Questi gas sono sempre caratterizzati dal minore Wi della loro categoria.

Allo scopo di facilitare il corretto abbinamento fra i gas distribuiti sul mercato e gli apparecchi a gas, a livello europeo i gas sono stati classificati, oltre che per famiglie (come indicato sopra), anche per gruppi omogenei.

All'interno della famiglia del gas naturale sono state individuati infatti i gruppi H, L ed E.

Il gruppo H comprende gas aventi un W_i compreso fra 41,01 e 49,6 MJ/m³; ed ha il metano G20 come gas di riferimento.

Il gruppo L comprende gas aventi un W_i compreso fra 35,17 e 40,52 MJ/m³; ed ha il G25 come gas di riferimento.

Il gruppo E comprende gas aventi un W_i compreso fra 36,82 e 49,6 MJ/m³; ed ha il metano G20 come gas di riferimento.

All'interno della famiglia del gas liquido (comunemente indicato come GPL) sono stati individuati i gruppi B e P.

Il gruppo B comprende gas aventi un W_i compreso fra 68,14 e 80,58 MJ/m³; ed ha il butano G30 come gas di riferimento.

Il gruppo P comprende gas aventi un W_i compreso fra 68,14 e 70,69 MJ/m³; ed ha il propano G31 come gas di riferimento.

Dalla lettura dei vari W_i relativi alla prima famiglia

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

di gas, la più diffusa, risulta evidente che il gruppo E prevede gas con il più ampio spettro di W_i .

Di conseguenza è decisamente più complesso realizzare prodotti dotati di bruciatori idonei a funzionare per questo gruppo di gas, oppure idonei a funzionare indifferentemente con i gas del gruppo H ed L.

D'altro canto prodotti idonei all'uso con questo gruppo di gas sono i più apprezzati poiché possono essere installati indifferentemente pressoché in tutta Europa senza limitazione alcuna.

Purtroppo però, per consentire ai bruciatori di funzionare correttamente e senza distacco di fiamma con i gas "limite", a più basso W_i , occorre far lavorare i bruciatori con gas di riferimento con rapporto aria/gas particolarmente basso, vale a dire con miscele particolarmente ricche di gas; il tutto a scapito della igienicità di combustione.

Questo spiega la costante ricerca di soluzioni idonee a far funzionare i bruciatori con i gas aventi la più ampia differenza di W_i .

Il modo per ottenere combustioni ottimali, dal punto di vista tecnico è noto da tempo.

E' noto, infatti, che per ottenere condizioni ottimali di combustione è necessario che essa avvenga con una miscela avente un eccesso d'aria fra il 30% ed il 35%.

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

Come è altresì noto, il rapporto aria/gas di una miscela combustibile è sinteticamente individuato con il parametro λ .

Esso rappresenta il rapporto fra la quantità di aria utilizzata nel processo di combustione e la quantità d'aria stechiometricamente necessaria.

Per la combustione del metano, ad esempio, la quantità di aria stechiometrica necessaria alla combustione è pari a $9,52 \text{ m}^3$ per ogni m^3 di metano; corrispondente ad un $\lambda=1$.

In realtà, se la combustione avvenisse in presenza della sola quantità di aria stechiometrica, si avrebbe una elevatissima produzione di incombusti ed in particolare di CO.

Pertanto la combustione viene realizzata sempre in presenza di un eccesso d'aria; quindi con $\lambda>1$.

Per i bruciatori a premiscelazione totale tale eccesso d'aria ottimale, come è stato già detto, è stato sperimentalmente individuato in un valore compreso fra il 30% ed il 35% %; quindi un λ compreso fra 1,30 e 1,35.

Sperimentalmente è stato confermato che tale valore ottimale è idoneo per qualunque tipo di gas appartenente ai diversi gruppi delle due famiglie disponibili; quindi oltre che per i gas di riferimento, anche per i gas limite.

I sistemi aria/gas tradizionali non sono però in grado di distinguere il tipo di gas con i quali vengono

alimentati; ed inoltre se lavorassero con il valore di λ ottimale pari ad 1,33, inserendo i gas limite a più basso W_i rischierebbero costantemente di andare in blocco per distacco di fiamma.

Di conseguenza un sistema aria/gas tradizionale viene fatto lavorare con il gas di riferimento G20 a valori di λ pari a 1,25.

Introducendo il gas limite di combustione incompleta G21, il valore di λ passa a 1,17 con conseguente elevata emissione di CO ed NOx; introducendo il gas limite di distacco di fiamma G231 il valore di λ passa a 1,50 con conseguente rischio di distacco della fiamma, e conseguente blocco del bruciatore per l'intervento del dispositivo di sicurezza.

Questa lunga premessa consente di comprendere lo sforzo portato avanti nel tempo per individuare soluzioni che consentissero di far lavorare i bruciatori con rapporto aria/gas costante indipendentemente dal tipo di gas introdotto.

Per migliorare la comprensione della presente invenzione si è pensato che fosse cosa utile fare riferimento ad una realizzazione di una apparecchiatura di regolazione e controllo della combustione appartenente all'arte anteriore; tale realizzazione di tipo noto è mostrata in figura 1.

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

L'apparecchiatura 100 di figura 1 appartenente all'arte anteriore comprende:

- un venturi 15 posto in un tubo di miscelazione 10 in corrispondenza del quale sbocca un condotto 22 di alimentazione di un gas combustibile; la zona di miscelazione (ZM) quindi, in questo caso, si trova in corrispondenza del venturi 15 stesso; ed
- una valvola gas 20 (alimentata in gas tramite un condotto di alimentazione 21) di tipo pneumatico che fornisce gas in quantità proporzionale alla depressione generata a valle della valvola stessa dal venturi miscelatore 15 e quindi, in ultima analisi, alla quantità di aria che lo attraversa.

La valvola gas 20, la cosiddetta "valvola pneumatica", è un dispositivo facente la doppia funzione di regolazione e di sicurezza.

Schematicamente essa è rappresentabile come un dispositivo all'interno del quale vi sono due otturatori.

Il primo otturatore assicura la funzione di sicurezza, mentre il secondo otturatore ha la funzione di regolare la portata di gas.

Al primo otturatore fa capo il sistema di sicurezza residente in una centralina elettronica (CE) di controllo e basato sulla rilevazione della presenza di fiamma.

Al secondo otturatore fa capo il sistema di regolazione azionato dalla depressione generata dal venturi

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

15.

L'apparecchiatura 100 comprende inoltre:

- un ventilatore 30 la cui girante è alloggiata nel tubo miscelatore 10 e si trova a valle della zona di miscelazione (ZM) del gas con l'aria;
- un bruciatore 40 posizionato a valle del ventilatore 30 e preferibilmente del tipo a tubo forato; cioè, in altre parole, il bruciatore 40 si presenta come un tubo metallico chiuso sul fondo e provvisto di una pluralità di fori passanti da cui esce la miscela aria/gas che viene accesa, in maniera nota, da un dispositivo elettrico (non mostrato); pertanto, si forma una fiamma (FLM) distribuita sostanzialmente in maniera uniforme sull'intera superficie esterna cilindrica del bruciatore 40 stesso; ed
- un sistema di sicurezza basato sulla rilevazione della fiamma (FLM) e realizzato mediante l'uso di una candele di sicurezza 50 il cui elettrodo 51 è messo in tensione rispetto alla massa metallica del bruciatore 40; ed è noto che in presenza della fiamma (FLM) vi è passaggio di una corrente elettrica (molto piccola e raddrizzata, in quanto la fiamma funge da raddrizzatore della corrente alternata) tra l'elettrodo 51 e la massa metallica del bruciatore 40; tale corrente viene rilevata con sistema noti dalla centralina elettronica (CE) di controllo che, contemporaneamente, genera la differenza di tensione

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

necessaria a far passare la corrente.

Come illustrato sempre in figura 1, la centralina elettronica (CE) di controllo è collegata elettricamente con la valvola gas 20, il ventilatore 30 e la candelella di sicurezza 50.

Tale apparecchiatura 100 si caratterizza per i seguenti aspetti:

- o il ventilatore 30 determina la portata di aria necessaria alla combustione perfetta e completa del gas utilizzato;
- o la valvola gas 20, azionata dal venturi 15, fornisce gas in quantità proporzionale alla portata di aria ;
- o la centralina elettronica (CE) di controllo verifica costantemente la presenza della fiamma (FLM) sul bruciatore 40 tramite la candelella di rilevazione 50.

Tuttavia, l'apparecchiatura 100 appartenente all'arte anteriore presenta ancora il suddetto inconveniente relativo alla incapacità di adeguarsi ai diversi tipi di gas.

Al variare dell'indice di Wobbe del gas entrante, variano sensibilmente i valori del rapporto aria/gas al bruciatore con ripercussioni negative sulla emissione di inquinanti CO ed NOx e talvolta con problemi di distacco di fiamma per eccesso d'aria e conseguente blocco dell'afflusso di gas da parte della valvola gas.

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

Pertanto, scopo principale della presente invenzione è quello di realizzare una apparecchiatura che sia in grado di far funzionare i bruciatori a premiscelazione totale con una combustione ottimale (vale a dire con la minima emissione di inquinanti e la massima garanzia di accensione del bruciatore) al variare della potenza in tutto il range di lavoro, utilizzando qualunque tipo di gas appartenente alla stessa famiglia, con la massima sicurezza e affidabilità.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di fornire un kit accessorio di una apparecchiatura di regolazione e controllo della combustione in un bruciatore a gas combustibile.

Il kit comprende i seguenti componenti:

- una sonda di temperatura collocabile sulla superficie interna di una parete forata del bruciatore, parete dalla quale si propaga una fiamma verso l'esterno; ed

- una valvola comandata meccanicamente da un attuatore che prende ordini da un dispositivo elettronico regolatore indipendente.

Il kit può comprendere, inoltre, una pluralità di diaframmi calibrati per il gas combustibile.

Secondo la presente invenzione viene realizzata, quindi, una apparecchiatura di regolazione e controllo

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

della combustione secondo quanto rivendicato nella rivendicazione 1, o in una qualsiasi delle rivendicazioni dipendenti, direttamente o indirettamente, dalla rivendicazione 1.

Inoltre, sempre secondo la presente invenzione, viene realizzato, quindi, un kit accessorio di una apparecchiatura di regolazione e controllo della combustione in un bruciatore a gas combustibile secondo quanto rivendicato nella rivendicazione 7, o in una qualsiasi delle rivendicazioni dipendenti, direttamente o indirettamente, dalla rivendicazione 7.

Per una migliore comprensione della presente invenzione, viene ora descritta una forma di realizzazione preferita, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 2 illustra una apparecchiatura di regolazione e controllo della combustione realizzata secondo i principi della presente invenzione;

- la figura 3 riporta dei grafici che fanno vedere come, per l'apparecchiatura schematizzata in figura 2, variano i valori della temperatura di fiamma in funzione del valore di λ ; le curve sono parametrate in funzione delle potenze di marcia del bruciatore;

- la figura 4 riporta dei grafici che fanno vedere come variano i valori della temperatura rilevati da una

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

sonda in funzione della potenza di marcia del bruciatore;
le curve sono parametrize in funzione dei valori di λ ;

- la figura 5 riporta dei grafici a cui si farà riferimento per spiegare il funzionamento generale dell'apparecchiatura di figura 2;

- la figura 6 riporta dei grafici a cui si farà riferimento per spiegare il funzionamento a regime dell'apparecchiatura di figura 2 quando vi è una variazione del tipo di gas utilizzato; e

- la figura 7 riporta dei grafici a cui si farà riferimento per spiegare il funzionamento dell'apparecchiatura di figura 2 quando prende luogo una variazione della potenza erogata dal bruciatore.

In figura 2, con 1000 è stata indicata, nel suo complesso, una apparecchiatura di regolazione e controllo della combustione realizzata secondo i principi della presente invenzione.

Per inciso, in figura 2 per gli elementi simili o uguali a quelli di illustrati in figura 1 è stata mantenuta la stessa numerazione.

Come si vede, la maggior parte dei componenti è rimasta la stessa per cui, per non appesantire la presente descrizione, non verranno nuovamente descritti.

Nella apparecchiatura 1000 illustrata in figura 2 sono stati però aggiunti, o cambiati, i seguenti elementi

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

costruttivi:

- una sonda di temperatura 60 (tipicamente, una termocoppia) collocata sulla superficie interna (SUP) della parete metallica forata del bruciatore 40 dalla quale si propaga la fiamma (FLM) verso l'esterno; la sonda di temperatura 60 è collocata vantaggiosamente in una zona del tubo forato intorno alla quale si propaga la fiamma (FLM) ed in una posizione tale da rilevare temperature sempre crescenti al diminuire della potenza Pot erogata dal bruciatore 40 stesso;

- il condotto 22 è attrezzato con una valvola 24 a strozzamento comandata meccanicamente da un attuatore 25 che prende ordini da un apposito dispositivo elettronico regolatore 70 (tipicamente una scheda elettronica), fisicamente separata dalla centralina elettronica (CE); ed

- un diaframma calibrato 80 intercambiabile, scelto in funzione della famiglia di gas utilizzati, che viene posto indifferentemente all'inizio, alla fine o lungo il percorso, del condotto 22 per delle finalità che verranno spiegate meglio in seguito; il diaframma calibrato 80 deve essere di dimensione tale da far funzionare il sistema in condizioni di sicurezza anche in caso di avaria degli altri componenti.

Eventualmente, la valvola 24 ed il relativo attuatore 25 possono essere integrati fisicamente nella valvola gas

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

20 lasciando inalterate le funzioni di regolazione e di sicurezza intrinseche alla valvola gas 20 stessa.

Come illustrato sempre in figura 2, la centralina elettronica (CE) di controllo è collegata elettronicamente con la valvola gas 20, il ventilatore 30, la candelella di sicurezza 50, ed il dispositivo elettronico regolatore 70.

In altre parole, l'apparecchiatura 1000 illustrata in figura 2 è basata sull'utilizzo dei tradizionali componenti visti in precedenza in figura 1 a servizio di un bruciatore 40 a pre-miscelazione totale; vale a dire:

- o vi è sempre il bruciatore 40, sulla superficie del quale avviene la combustione della miscela aria/gas precedentemente formata;
- o vi è sempre il ventilatore 30, che determina la portata di aria necessaria alla combustione perfetta e completa del gas utilizzato, e quindi, in definitiva la potenza Pot di marcia del bruciatore 40 stesso;
- o vi è sempre una valvola gas di tipo pneumatico tradizionale, nella quale l'apertura al passaggio del gas e la quantità di gas richiesta alla valvola stessa deriva dalla depressione generata dal miscelatore a Venturi e, in ultima istanza, dalla quantità di aria aspirata dal ventilatore; e
- o vi è, inoltre, una valvola a strozzamento 24 comandata da un attuatore 25 (preferibilmente, ma non

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

necessariamente, un attuatore elettrico); che opera nel modo descritto in seguito .

Nel caso della presente invenzione, e come mostrato in figura 3, i valori di temperatura T misurati nel bruciatore 40, parametrati per ogni valore di potenza Pot , sono correlati ai valori del rapporto λ .

In questo caso, diminuendo i valori di λ aumentano i valori di temperatura T rilevati.

Tuttavia, diminuendo i valori parametrati della potenza Pot aumentano i valori di temperatura T rilevati a parità di λ (figura 3).

Si noti, altresì, che, al variare della potenza Pot , l'andamento delle curve resta tuttavia perfettamente analogo.

In particolare, sempre dall'osservazione di figura 3 si evince che per valori di $\lambda \leq 1,0$ i valori di temperatura T , misurati ad una determinata potenza Pot parametrata, si mantengono costanti.

E' importante osservare che per ciascuna delle curve illustrate in figura 3, e quindi per ciascun valore di potenza Pot , non è mai possibile avere due valori di temperatura uguali quando λ è maggiore o uguale ad 1.

Questo significa che l'elettronica di regolazione non deve effettuare complesse operazioni di controllo per verificare se, per una determinata velocità del ventilatore

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

(e quindi per la corrispondente potenza), il bruciatore sta operando in eccesso oppure in difetto di aria.

Dal momento che (come già enunciato in premessa) il valore ottimale di λ è stato sperimentalmente confermato essere idoneo per qualunque tipo di gas appartenente alla stessa famiglia, è altrettanto importante osservare che tali andamenti di temperatura non sono correlati al tipo di gas utilizzato, ma esclusivamente al valore della potenza erogata dal bruciatore.

Sperimentalmente è stato quindi verificato che, come mostrato in figure 4, la temperatura T misurata sulla superficie interna del bruciatore 40, nella zona interessata dalla fiamma (FLM), mantiene lo stesso andamento al variare del valore di potenza, traslando verso il basso all'aumentare del valore di λ , e verso l'alto al diminuire del valore di λ ; ma sempre con una curva limite superiore corrispondente al valore di $\lambda=1,0$.

Il fatto che la temperatura T della fiamma (FLM) diminuisce all'aumentare della potenza Pot di marcia del bruciatore 50 è dovuto al fatto che per fare aumentare la potenza termica Pot del bruciatore bisogna aumentare la portata del ventilatore 30 e quindi della miscela aria/gas uscente dal bruciatore 40; e questo genera un allontanamento del fronte di fiamma (FLM) dalla superficie esterna cilindrica del bruciatore 40 ed un suo conseguente

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

raffreddamento.

Allo scopo di ottenere un sistema intrinsecamente sicuro, sono state fatte, quindi, le seguenti scelte:

- o sulla linea del gas (indifferentemente nella valvola gas, alla sua uscita o all'ingresso del parzializzatore; o addirittura a valle del parzializzatore stesso) è stato inserito il suddetto diaframma calibrato in modo tale che anche con parzializzatore completamente aperto e con i gas aventi il maggiore W_i all'interno dello stesso gruppo (i cosiddetti gas di combustione incompleta), i valori di eccesso d'aria siano sempre sufficienti a garantire emissioni di CO inferiori ai limiti ammessi dalle norme;
- o la valvola gas utilizzata è del tipo pneumatico tradizionale, nella quale l'apertura al passaggio del gas e la quantità di gas richiesta alla valvola stessa deriva dalla depressione generata dal miscelatore a Venturi e, in ultima istanza, dalla quantità di aria aspirata dal ventilatore;
- o la verifica della presenza di fiamma resta affidata al sistema di rilevazione tradizionale basato sulla rilevazione del passaggio di corrente che si ha tra candeletta di rilevazione a massa esclusivamente in presenza di fiamma; ed
- o in caso di parzializzatore completamente chiuso, qualunque sia il gas utilizzato i valori di eccesso d'aria

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

sono talmente elevati da provocare il distacco di fiamma facendo intervenire il sistema di sicurezza visto al punto precedente.

La sicurezza del sistema è affidata, in ultima analisi, ai dispositivi di sicurezza tradizionalmente presenti nei bruciatori a premiscelazione totale (valvola gas pneumatica e sistema di rilevazione di fiamma) e alla dimensione dell'ugello regolatore di portata massima del gas.

Vediamo ora, con riferimento alla figura 5, come è stata impostata la logica di funzionamento del sistema.

Per ognuna delle due famiglie di gas di riferimento, la seconda e la terza, è stata individuata una curva di riferimento ottimale della temperatura rilevata all'interno del bruciatore in funzione della potenza erogata.

Come illustrato in precedenza ad ogni curva corrisponde un valore di λ ben definito e ottimale per ottenere la migliore combustione possibile con i gas di riferimento delle due famiglie.

Nel nostro caso abbiamo ottenuto gli stessi valori di λ :

- o per la seconda famiglia: G20 e G25; $\lambda=1,35$;
- o per la terza famiglia: G30 e G31: $\lambda=1,35$.

Resta in ogni caso la possibilità di scegliere valori di λ diversi da quello indicato nell'esempio riportato in

figura 6, o addirittura valori di λ leggermente diversi nel passaggio dalla massima alla minima potenza Pot in funzione di specifiche esigenze quali, ad esempio, la produzione di una minore massa di fumi o di una ulteriore riduzione di inquinanti o di una migliore accensione.

E' stato quindi progettato il suddetto dispositivo elettronico regolatore 70 mostrato in figura 2, che:

- o misura la velocità del rotore del ventilatore, misurando con ciò indirettamente la potenza erogata dal bruciatore;
- o misura la temperatura della parete interna del bruciatore; ed
- o agisce sull'attuatore della valvola a strozzamento del gas nel condotto di alimentazione in modo da far giungere la temperatura del bruciatore al valore prestabilito nel modo più rapido possibile, raggiungendo di conseguenza il valore di λ ottimale prestabilito.

La rapidità e la precisione con la quale viene raggiunto questo valore è affidato ad un apposito algoritmo di regolazione che consente, in pochi secondi, di raggiungere stabilmente il valor desiderato.

Funzionamento a regime con variazione del tipo di gas utilizzato (figura 6).

Il bruciatore 40 funziona, per esempio, alla potenza

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

intermedia di 18 kW con gas naturale G20.

Il ventilatore 30 lavora alla portata di aria intermedia.

Il venturi 15 genera una depressione intermedia che determina l'apertura dell'otturatore di lavoro della valvola gas 20 nella posizione intermedia.

In queste condizioni la temperatura rilevata dalla sonda di temperatura 60 all'interno del bruciatore 40 è di 370°C e la valvola 24 è parzialmente chiusa nella posizione tale da avere il valore prestabilito di $\lambda = 1,35$.

L'elettronica del regolatore ha infatti misurato la velocità di rotazione del rotore del ventilatore 30 ed ha azionato la valvola 24 portandola ad un grado di chiusura sufficiente ad ottenere la temperatura corrispondente a quella velocità.

Immettendo gas G25 nel bruciatore (gas avente un W_i inferiore del 18% rispetto al G20), in mancanza della apparecchiatura 1000 oggetto della presente invenzione, si avrebbe un incremento dell'eccesso d'aria portandosi a $\lambda = 1,45$, con un conseguente abbassamento della temperatura a 340°C.

Viceversa, dal momento che la sonda di temperatura 60 rileva un abbassamento della temperatura, l'elettronica del regolatore attiva il parzializzatore in apertura diminuendo il rapporto aria/gas fino ad ottenere nuovamente

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

una temperatura di 370°C all'interno del bruciatore 40.

In tal modo automaticamente e conseguentemente il valore di λ si riporta al valore prestabilito di $\lambda = 1,35$.

Funzionamento perfettamente analogo, ma in direzione opposta, si ha introducendo, al posto del gas naturale G20 il gas G21 avente un W_i superiore del 9% rispetto al G20.

Il diaframma calibrato 80 posto fra valvola gas 20 e la valvola 24 è dimensionato in modo da ottenere, con parzializzatore completamente aperto e con gas limite di ritorno di fiamma G21, valori di λ superiori ad 1,0 (quindi sempre un adeguato eccesso d'aria) in modo da avere emissione di CO inferiori ai limiti di norma.

Qualora, per qualsiasi motivo, si avesse la valvola 24 bloccata in posizione completamente aperta, le emissioni massime resterebbero, quindi, entro i limiti di norma.

Qualora si avesse, al contrario, la valvola 24 bloccata in posizione completamente chiusa, il gas non arriverebbe al venturi 15 per la miscelazione; pertanto non si avrebbe alcuna combustione e l'elettronica di controllo del bruciatore, non rilevando alcuna fiamma, chiuderebbe l'otturatore di sicurezza della valvola gas.

Variazione della potenza erogata dal bruciatore **(figura 7)**

Il bruciatore 40 funziona, per esempio, alla potenza

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

intermedia di 18 kW con gas naturale G20.

Le condizioni iniziali di riferimento sono quindi le stesse viste in precedenza.

Ad esse corrisponde una velocità del ventilatore 30 pari, per esempio, a 3.500 rpm.

Diminuendo la velocità del ventilatore 30, per esempio, a 2.500 rpm per diminuire la potenza Pot, in mancanza dell'apparecchiatura 1000 oggetto della presente invenzione, si avrebbe una diminuzione proporzionale della quantità di gas aspirata dal venturi 15 senza alcuna variazione del rapporto aria/gas.

Contemporaneamente si avrebbe un aumento di temperatura all'interno del bruciatore 40 da 370°C a 390°C.

Viceversa con l'apparecchiatura 1000 si rileva una diminuzione della velocità del ventilatore 30, il sistema individua il valore di temperatura di riferimento di 390°C anzidetto, ed aziona, se necessario, la valvola 24 aprendo leggermente il passaggio di gas in modo da raggiungere più rapidamente quel valore; dopodiché si riposiziona nella posizione precedente comportandosi a tutti gli effetti come un diaframma di sezione costante.

In tal modo, dopo un transitorio della durata di pochi secondi, il valore di λ si riporta al valore prestabilito di $\lambda=1,35$.

Funzionamento perfettamente analogo, ma in direzione

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

opposta, si ha aumentando la velocità del ventilatore 30, per esempio, da 3.500 rpm a 4.500 rpm.

In questo caso specifico, il dispositivo elettronico regolatore 70 rileva tale aumento di velocità, individua il valore di temperatura di riferimento di 360°C preimpostato, ed aziona, se necessario, la valvola 24 chiudendo leggermente il passaggio di gas in modo da raggiungere più rapidamente quel valore; dopodiché si riposiziona nella posizione precedente comportandosi a tutti gli effetti come un diaframma di sezione costante.

In tal modo, dopo un transitorio della durata di pochi secondi, il valore di λ si riporta al valore prestabilito di $\lambda = 1,35$.

Il principale vantaggio dell'invenzione è la sua capacità di far funzionare i bruciatori a premiscelazione totale con lo stesso rapporto aria/gas ottimale per qualunque tipo di gas appartenente alla stessa famiglia ed a qualunque potenza compresa nel suo range di lavoro, ottenendo di conseguenza una combustione ottimale (vale a dire con la minima emissione di inquinanti e la massima garanzia di accensione del bruciatore) e conservando la sicurezza e l'affidabilità derivanti dall'impiego dei tradizionali sistemi di sicurezza utilizzati nell'arte anteriore (valvola gas pneumatica, miscelatore aria/gas a venturi e dispositivo di verifica della presenza di fiamma a ionizzazione).

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura (1000) di regolazione e controllo della combustione in un bruciatore (40) a gas combustibile caratterizzato dal fatto di comprendere i seguenti componenti integrati fra di loro:

- un tubo miscelatore (10) gas comburente/gas combustibile provvisto di un venturi (15) in corrispondenza del quale sbocca un condotto (22) di alimentazione di gas combustibile proveniente da una valvola gas (20);

- mezzi di ventilazione (30) alloggiati, almeno parzialmente, in detto tubo miscelatore (10);

- un bruciatore (40) posizionato a valle di detti mezzi di ventilazione (30) e preferibilmente del tipo a superficie forata in modo che la fiamma (FLM) sia distribuita sull'intera superficie forata del bruciatore (40) stesso; ed

- un sistema di sicurezza (50) basato sulla rilevazione della fiamma (FLM);

in cui sono previste, inoltre,

- una sonda di temperatura (60) collocata sulla superficie interna (SUP) della superficie forata del bruciatore (40) dalla quale si propaga la fiamma (FLM) verso l'esterno; ed

- una valvola (24) posizionata in detto condotto (22); detta valvola (24) essendo comandata meccanicamente da un

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

attuatore (25) che prende ordini da un dispositivo elettronico regolatore (70) elettronicamente collegato con detta sonda (60) ma funzionalmente separato da una centralina elettronica (CE) di comando e controllo generali.

2. Apparecchiatura (1000), come rivendicato alla rivendicazione 1, in cui detta sonda di temperatura (60) è posizionata vantaggiosamente in una zona della superficie forata su cui si propaga la fiamma (FLM), ed in una posizione tale da rilevare delle temperature sempre crescenti al diminuire della potenza (Pot) erogata dal bruciatore (50) stesso.

3. Apparecchiatura (1000), come rivendicato in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, che comprende, inoltre, un diaframma calibrato (80) intercambiabile che viene posto lungo il condotto (22); detto diaframma calibrato (80) presentando dimensioni tali da far funzionare il sistema in condizioni di sicurezza anche in caso di avaria degli altri componenti (24), (25), (60) e (70).

4. Apparecchiatura (1000), come rivendicato in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, nella quale la sonda di temperatura (60), il dispositivo elettronico regolatore (70), la valvola (24) con l'attuatore (25) ed il diaframma calibrato (80) in essa integrati, si configurano

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

come un kit accessorio rispetto ai componenti di base (10), (15), (22), (20), (30), (40), (50).

5. Apparecchiatura (1000), come rivendicato in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la valvola (24) ed il relativo attuatore (25) sono integrati fisicamente nella valvola gas (20) lasciando inalterate le funzioni di regolazione e di sicurezza intrinseche alla valvola gas (20) stessa.

6. Apparecchiatura (1000), come rivendicato in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto dispositivo elettronico regolatore (70) è integrato fisicamente, ma separato funzionalmente, in detta centralina elettronica (CE) di comando e controllo generali, lasciando perciò inalterata la sua funzione di controllo della presenza di fiamma (FLM) in condizioni di sicurezza.

7. Kit accessorio di una apparecchiatura di regolazione e controllo della combustione in un bruciatore a gas combustibile; kit caratterizzato dal fatto di comprendere i seguenti componenti:

- una sonda di temperatura collocabile sulla superficie interna di una superficie forata del bruciatore, superficie dalla quale si propaga una fiamma verso l'esterno; ed

- una valvola comandata meccanicamente da un attuatore

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

che prende ordini da un rispettivo dispositivo elettronico regolatore indipendente.

8. Kit, come rivendicato alla rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto di comprendere, inoltre, una pluralità di diaframmi calibrati per il gas combustibile.

p.i.: GAS POINT S.R.L.

Raffaele BORRELLI

Raffaele BORRELLI
(Iscrizione Albo N.533/BM)

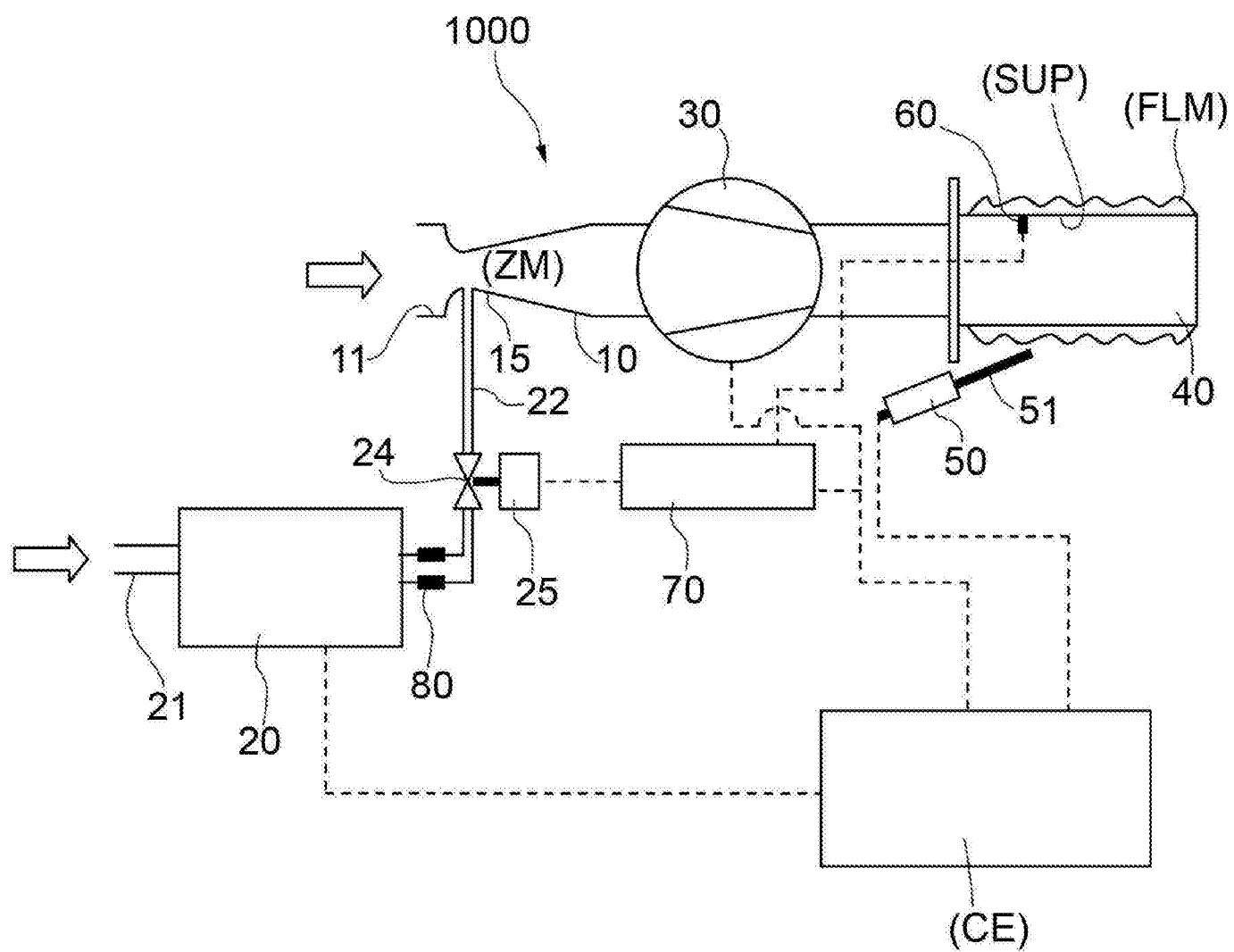


FIG.2

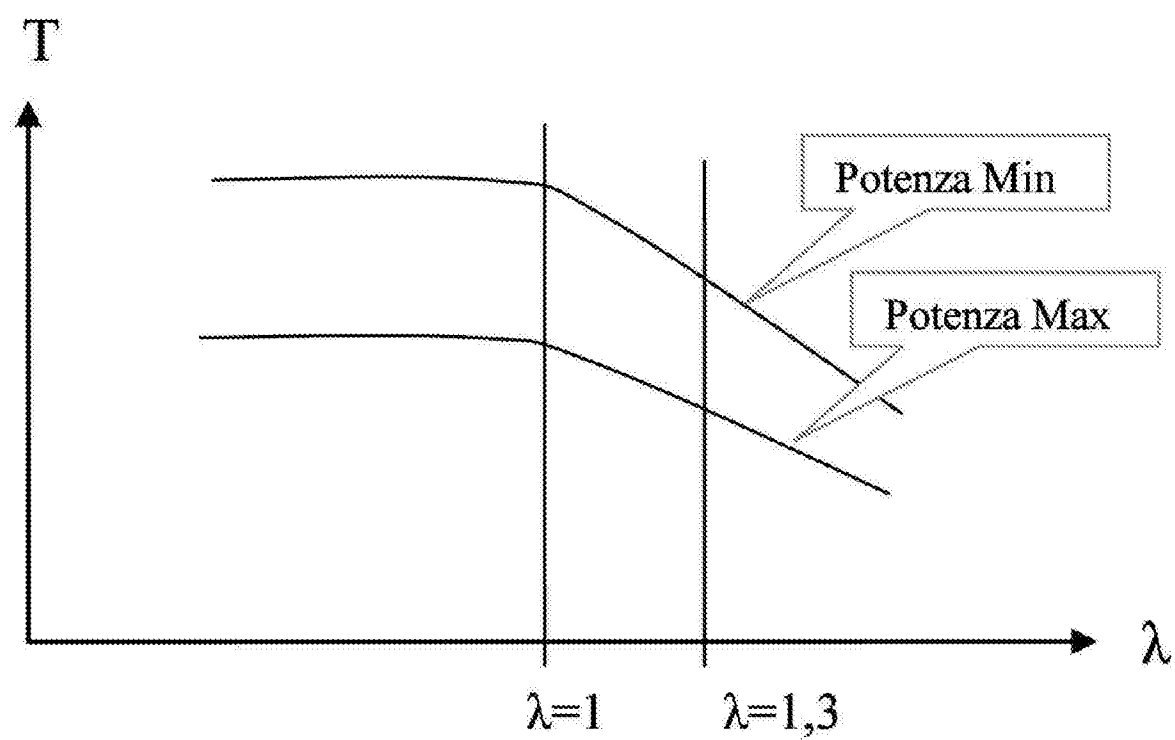


FIG.3

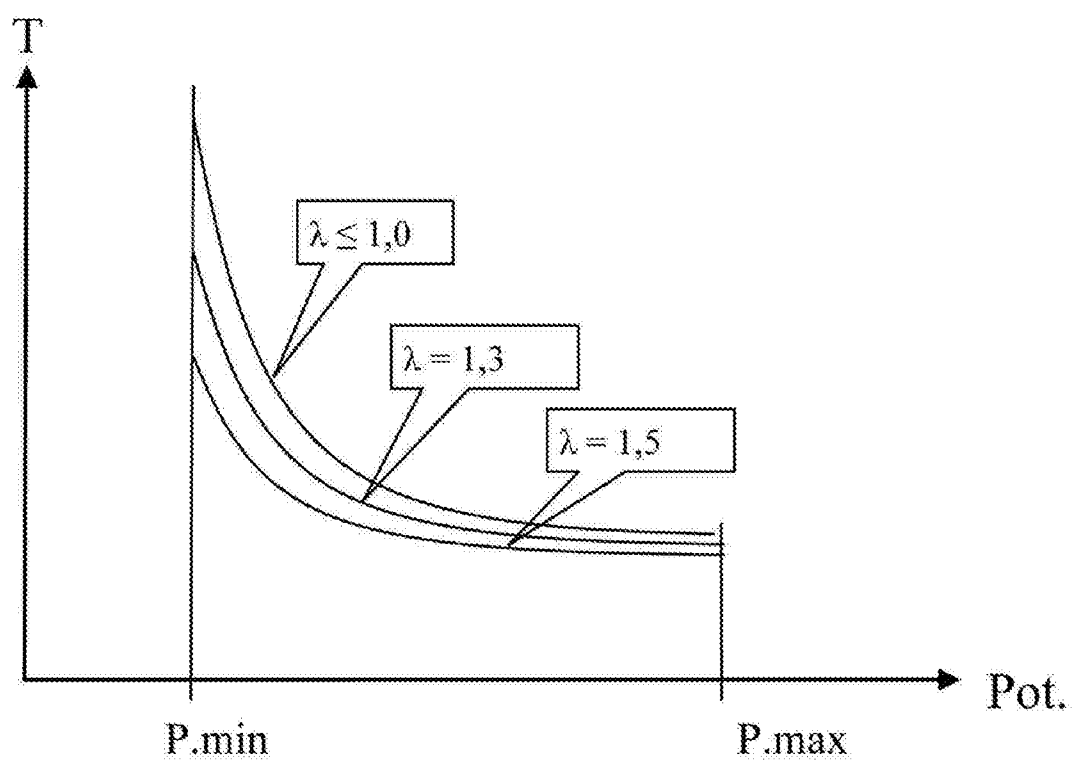


FIG. 4

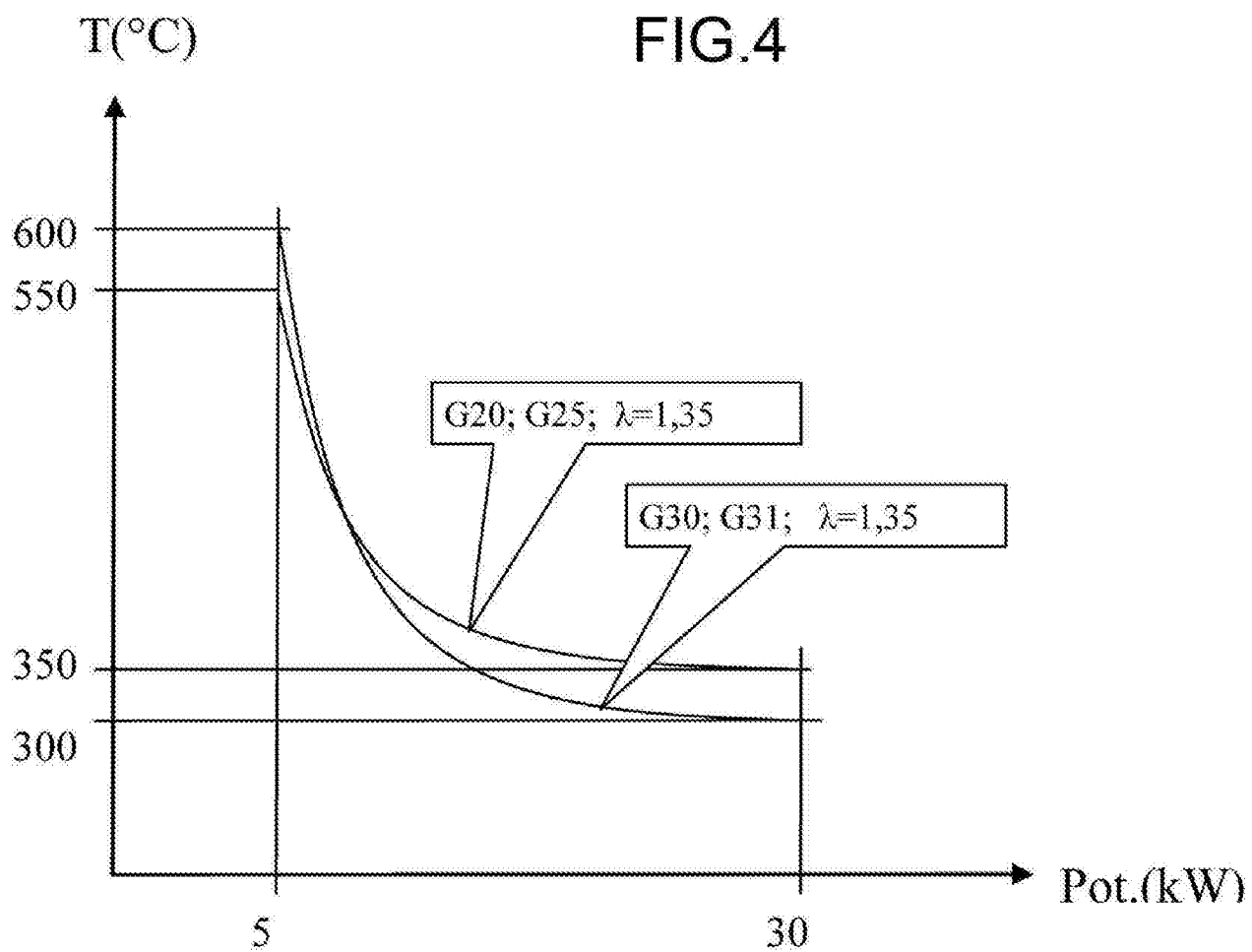


FIG. 5

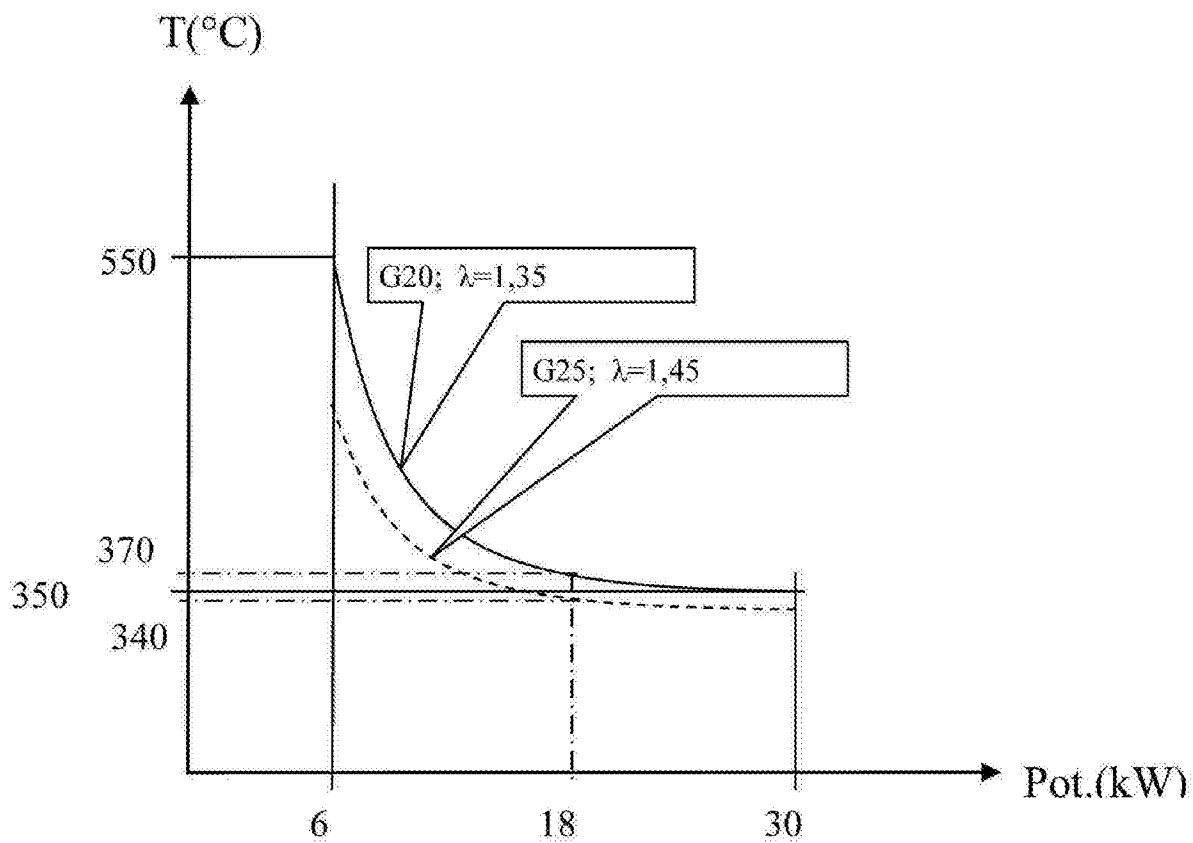


FIG.6

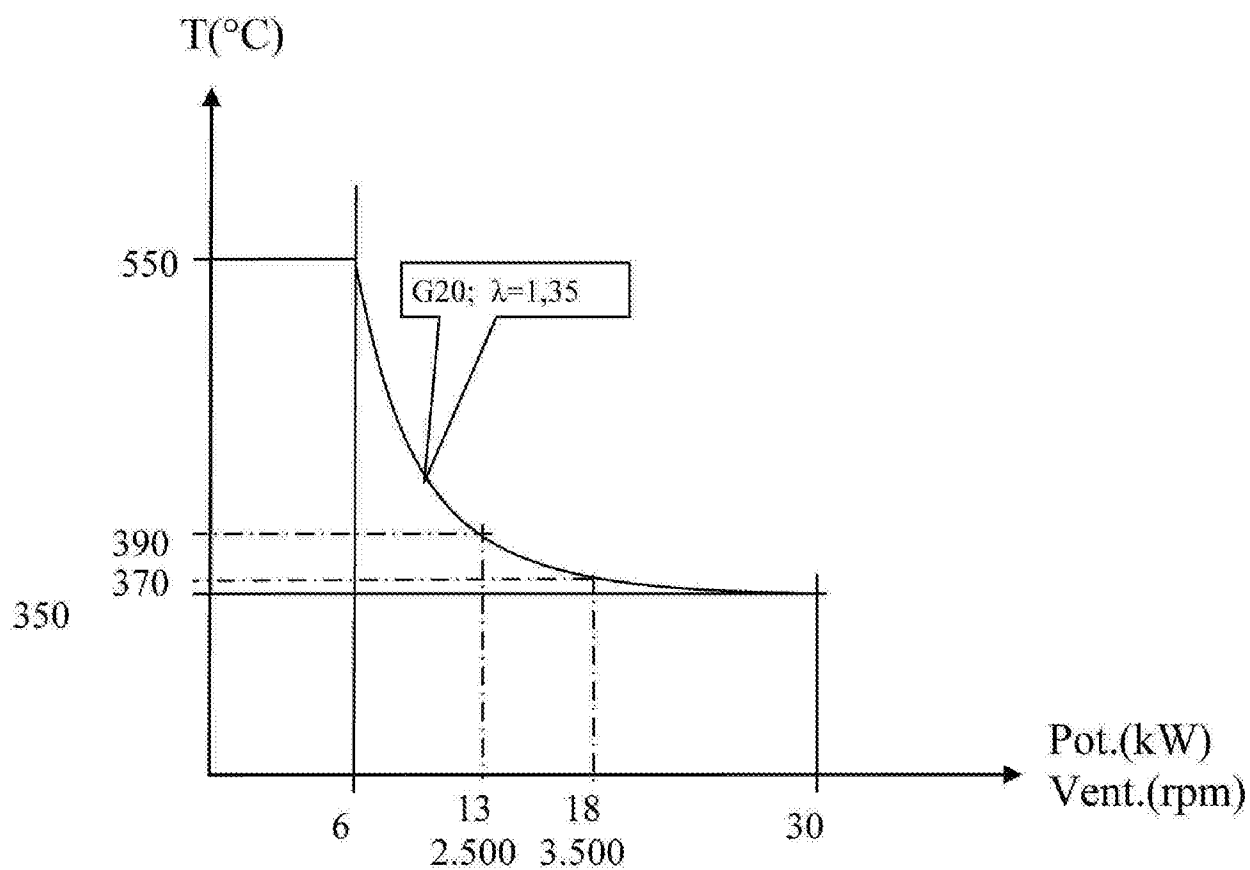


FIG.7