

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901969475A1

Publication Date

20130202

Applicant

EMAK S.P.A.

Title

SISTEMA DI CONTROLLO DELLA CARBURAZIONE

DESCRIZIONE

della domanda di brevetto per invenzione dal titolo

"SISTEMA DI CONTROLLO DELLA CARBURAZIONE"

a nome **EMAK S.P.A.** con sede in **42011 BAGNOLO IN PIANO (RE)**

5

La presente invenzione inerisce al controllo della carburazione nei motori a combustione interna.

10

Per carburazione si intende il rapporto comburente (aria) /combustibile nella miscela alimentata alla camera di combustione.

15

Il corretto rapporto combustibile/comburente è essenziale per il corretto funzionamento del motore in funzione delle prestazioni desiderate e per ridurre le emissioni allo scarico, ed è sempre prossimo, ma non uguale, al rapporto teorico di combustione o rapporto stechiometrico.

20

Il parametro usato per definire il rapporto di combustione è il fattore λ che misura l'eccesso di aria rispetto al rapporto stechiometrico; $\lambda = 1$ corrisponde al rapporto stechiometrico, $\lambda < 1$ indica aria in difetto, $\lambda > 1$ indica aria in eccesso.

Il problema del controllo della carburazione è particolarmente sentito nei piccoli motori a due tempi, utilizzati ad esempio per utensili portatili in campo

agricolo forestale, come decespugliatori, motoseghe e simili.

Nel gergo tecnico, si intende per "miscela grassa" una miscela nella quale ci sia un eccesso di combustibile, e per
5 "miscela magra" una miscela in cui vi sia difetto di combustibile, ove eccesso o difetto sono riferiti non al rapporto stechiometrico, ma il corretto rapporto di combustione desiderato in rapporto alle condizioni di impiego della macchina.

10 In pratica il corretto rapporto di combustione desiderato non è mai uguale al rapporto stechiometrico, pur essendo molto prossimo allo stesso.

Ad un corretto rapporto di combustione corrispondono, nelle condizioni di impiego desiderate, sia la massimizzazione
15 della potenza erogata, sia la minimizzazione degli elementi inquinanti allo scarico.

Nei piccoli motori a due tempi, come quelli utilizzati negli utensili portatili, come motoseghe, troncatore, decespugliatori o simili, si è constatato che essi
20 presentano un range operativo ottimale corrispondente a $\lambda = 0,85-0,95$, cioè corrisponde ad una miscela combustibile in leggero difetto d'aria, cioè una miscela leggermente "grassa".

Per valori di λ inferiori a quelli indicati si ha una perdita di potenza ed un eccesso di fumi allo scarico; per valori superiori di λ si verifica invece un pericoloso surriscaldamento del motore.

5 Il controllo della carburazione è quindi una attività essenziale per il buon funzionamento del motore a combustione interna, e sono noti diversi sistemi di controllo.

Sono noti sistemi, ad esempio descritti nel documento US
10 6,029,627, che utilizzano come parametro di controllo della carburazione la corrente di ionizzazione.

Il fenomeno della ionizzazione nasce all'interno della camera di combustione, ove per effetto della reazione di ossidazione del carburante, e per azione del calore generato
15 dalla combustione si generano degli ioni.

In presenza di due poli diversamente caricati posti nella camera di combustione si verifica tra i poli una migrazione di ioni che prende il nome di corrente di ionizzazione.

E' noto utilizzare come poli gli elettrodi della candela di
20 accensione della miscela di carburante.

Si intende per corrente di ionizzazione la corrente che transita tra i due elettrodi, misurata dall'esterno.

I sistemi di misura della corrente sono noti e quindi non saranno descritti nel dettaglio.

La corrente di ionizzazione dipende da molti parametri di funzionamento del motore, e può essere vista come una
5 funzione di due parametri significativi, come la posizione angolare dell'albero a gomito, cioè la posizione del pistone nel cilindro, ed il fattore λ .

La posizione angolare dell'albero a gomito viene indicata facendo corrispondere a 360° il punto morto superiore.

10 Il diagramma della corrente di ionizzazione in funzione dei gradi di rotazione dell'albero motore presenta due picchi, il primo dovuto agli ioni generati dalla reazione di ossidazione (combustione) della miscela, ed il secondo dovuto agli ioni generati dalla quantità di calore generato
15 dalla combustione.

Il primo picco si manifesta sempre, mentre il secondo picco si manifesta solo quando il motore eroga una certa potenza, e quindi non sempre è disponibile.

20 Detti picchi sono misurati in funzione dei gradi di rotazione dell'albero motore, ed il loro valore varia anche in funzione di λ .

Per ogni valore di λ avremo quindi una certa curva della corrente di ionizzazione in funzione dei gradi di rotazione del motore.

Il diagramma della corrente di ionizzazione in funzione del
5 fattore λ presenta il picco per il valore di λ prossimo a 0.9 per piccolo motori a due tempi.

La carburazione ottimale si verifica in corrispondenza del massimo picco della corrente di ionizzazione in funzione della posizione dell'albero motore, picco che varia anche in
10 funzione di λ ; i metodi noti prevedono quindi di misurare ad ogni ciclo il valore della corrente di ionizzazione in funzione della posizione dell'albero motore, e di retroagire sul valore di λ per mantenere il valore della corrente prossimo al valore massimo.

15 Questo modo di procedere tuttavia è difficilmente applicabile in pratica, poiché gli scostamenti del valore della corrente di ionizzazione dal valore di picco sono talmente ridotti da richiedere una strumentazione molto sensibile e sofisticata, e quindi troppo costosa per l'uso
20 in campo reale.

Lo scopo del presente brevetto è di rendere disponibile un sistema di controllo della carburazione che possa facilmente

essere implementato senza richiedere l'uso di sofisticate apparecchiature.

Detto scopo è conseguito da un sistema avente le caratteristiche recitate nella rivendicazione indipendente.

5 L'invenzione è basata sui seguenti principi.

Ogni motore lascia la fabbrica dotato di una taratura all'origine, nella quale le condizioni di impiego previste sono le condizioni standard cui corrisponde un certo valore di λ , che indicheremo λ_0 .

10 Il valore λ_0 corrisponde quindi alla carburazione desiderata considerata ottimale in sede di taratura.

L'effettivo impiego della macchina avviene in condizioni ambientali, climatiche o di lavoro che possono differire dalle condizioni alle quali è stata fatta la taratura,

15 condizioni alle quali la carburazione non è più quella ottimale.

Occorre quindi procedere ad una nuova determinazione di λ .

Secondo l'invenzione ciò viene effettuato senza preoccuparsi di massimizzare il picco della corrente di ionizzazione, ma

20 avvalendosi delle variazioni della corrente di ionizzazione in funzione di un piccolo incremento o decremento (a scelta) del valore di λ .

Le variazioni della corrente di ionizzazione non hanno alcun legame col picco massimo della corrente di ionizzazione, ma vengono stimate in valore assoluto, qualunque sia il punto del ciclo in cui vengono lette.

5 Il valore di λ viene modificato di una quantità prestabilita in uno dei modi noti, ad esempio intervenendo sul tempo di iniezione del carburante, oppure sulla alimentazione dell'aria comburente, oppure su altri parametri disponibili. Il parametro preferenziale ma non esclusivo per modificare
10 λ , è il tempo di iniezione.

Prima di ogni modifica del valore di λ si registra il valore della corrente di ionizzazione.

Se dopo la modifica di λ la variazione della corrente di ionizzazione è compresa in un intervallo desiderato e
15 prestabilito, vuol dire che la carburazione è corretta.

Si ripete l'operazione sino a che tra l'ultima e la penultima lettura della corrente di ionizzazione si verifica una variazione superiore all'intervallo prestabilito.

A questo punto si modifica il valore di λ della quantità
20 prestabilita ma in senso contrario, e si ritiene la carburazione regolata in modo ottimale.

Il controllo viene ripetuto ad intervalli di tempo regolari, o preferenzialmente ogni volta che si ritengano modificate

le condizioni ambientali e metereologiche di impiego della macchina, in modo tale da influire negativamente sulla carburazione.

L'effettuazione del controllo ogni volta che si avvia il motore è ritenuta sufficiente.

I pregi e le caratteristiche costruttive e funzionali della invenzione appariranno chiari dalla particolareggiata descrizione che segue, la quale ha per oggetto una particolare preferita forma di attuazione del trovato data a titolo di esempio non limitativo.

Si desidera anzitutto anticipare che ad ogni valore di λ corrisponde un valore della percentuale di CO nei gas di scarico, la relazione tra le due grandezze essendo illustrata nella seguente tabella:

15

CO %	1	2	3	4	5	6	7	8	9
λ .	0.98	0.94	0.91	0.87	0.84	0.80	0.77	0.73	0.70

Nell'esempio che segue ci si è avvalsi di un motore monocilindrico a due tempi avente i seguenti dati salienti:

cilindrata	40.2 cc
regime max	10.500 rpm
potenza max	2.1 Hp

regime lavoro	di	8500 rpm
------------------	----	----------

La mappatura del motore è stata effettuata all'origine presumendo l'impiego dello stesso al livello del mare, con temperatura operativa intorno ai 20°C.

In queste condizioni è stato adottato un valore di λ_0 pari a 0.8, cui corrispondono emissioni di CO pari a 6%, ed una corrente di ionizzazione pari a $ci_0=0.6 \mu A$.

Per la corrente di ionizzazione è definita come accettabile rispetto alla carburazione una variazione del valore $\Delta_{rif} \leq 0.1 \mu A$.

10 La variazione di λ imposta dall'esterno è scelta pari a $\Delta_\lambda \leq 0.05$.

Il primo impiego del motore è avvenuto alla altezza di 1500 metri sul livello del mare, con temperatura operativa prossima a 0°C.

15 La carburazione del motore necessita quindi di un aggiustamento, che viene effettuato con le seguenti modalità.

Viene modificato il fattore λ di una quantità prestabilita pari a Δ_λ , cioè dal valore di taratura $\lambda_0 = x$ al valore $\lambda_1 =$

20 $\lambda + \Delta_\lambda$.

Viene quindi misurata la corrente di ionizzazione, che risulta pari a $ci_1=0.3 \mu A$, nonché la differenza Δ_1 tra i valori delle correnti di ionizzazione $(ci_1 - ci_0) = 0.3\mu A$.

Se Δ_1 è inferiore a Δ_{rif} , si può ritenere che λ_1 corrisponda
5 ad una carburazione corretta.

Tuttavia per ottenere una migliore regolazione della carburazione, è opportuno ripetere l'operazione con valori di $\lambda_{1...n}$ sino a quando la differenza tra l'ultima e la penultima corrente di ionizzazione misurata (ci_n e ci_{n-1})
10 supera il valore Δ_{rif} .

A questo punto si ripristina il penultimo valore λ_{n-1} e si assume questo valore come corretto.

Ciò consente di scegliere tra i valori di λ accettabili, quello più prossimo ad una miscela grassa.

15 E' ovvio che se alla prima modifica di λ_0 si ottiene una variazione della corrente di ionizzazione $< \Delta_{rif}$., si assume come corretto il valore di λ_0 .

Il metodo sopra descritto può essere implementato mediante dispositivi di misura elettronici noti ai tecnici del ramo.

20 Ad esempio sarà previsto un sensore adatto a leggere il valore della corrente di ionizzazione, nonché un microprocessore atto ad effettuare la differenza Δ_{ci} tra gli ultimi due valori letti, ed a confrontarla col valore λ_{rif} ..

Il successivo impiego del motore è avvenuto a livello del mare, con temperatura operativa prossima a -10°C .

La carburazione del motore necessita quindi di un aggiustamento, che viene effettuato con le seguenti
5 modalità.

Viene modificato il fattore λ di una quantità prestabilita pari a $\Delta\lambda$, cioè dal valore di taratura $\lambda_0 = x$ al valore $\lambda_1 = 0.77$.

Viene quindi misurata la corrente di ionizzazione, che
10 risulta pari a $ci_1 = 0.45 \mu\text{A}$, nonché la differenza Δ_1 tra i valori delle correnti di ionizzazione $(ci_1 - ci_0) = 0.15 \mu\text{A}$.

Se Δ_1 è inferiore a Δ_{rif} , si può ritenere che λ_1 corrisponda ad una carburazione corretta.

Tuttavia per ottenere una migliore regolazione della
15 carburazione, è opportuno ripetere l'operazione con valori di $\lambda_{1...n}$ sino a quando la differenza tra l'ultima e la penultima corrente di ionizzazione misurata (ci_n e ci_{n-1}) supera il valore Δ_{rif} .

A questo punto si ripristina il penultimo valore λ_{n-1} e si
20 assume questo valore come corretto.

Ciò consente di scegliere tra i valori di λ accettabili, quello più prossimo ad una miscela grassa.

Si intende che l'invenzione non è limitata all'esempio sopra descritto, e che varianti e perfezionamenti potranno esservi apportati senza uscire dall'ambito delle rivendicazioni che seguono.

5

10

15

20

RIVENDICAZIONI

1. Sistema di controllo della carburazione di un motore a combustione interna comprendente le seguenti attività:
- 5 a. mettere in moto il motore;
- b. determinare il fattore λ_0
- c. misurare la corrente di ionizzazione ci_0 ;
- d. modificare dall'esterno il fattore λ di una quantità prestabilita pari a $\Delta\lambda$ portandolo al valore $\lambda_1 = \lambda_0 + \Delta\lambda$;
- 10 e. ripetere la misura della corrente di ionizzazione ci_1 ;
- f. calcolare il valore della differenza della corrente di ionizzazione $\Delta_{\lambda ci1}$ pari a $ci_0 - ci_1$;
- g. ripetere le operazioni d. ed e. sino a chela differenza tra l'ultimo valore della corrente di ionizzazione ci_n ed il
- 15 penultimo valore ci_{n-1} è inferiore a Δ_{ci}
- ove Δ_{ci} è un valore predeterminato che si assume ininfluyente rispetto alla carburazione.
2. Sistema di controllo secondo la rivendicazione 1 nel quale λ_0 è il fattore λ del motore tarato in condizioni
- 20 operative standard.

3. Sistema di controllo secondo la rivendicazione 1 nel quale ci_0 è la corrente di ionizzazione del motore tarato in condizioni operative standard.

4. Sistema di controllo secondo la rivendicazione 1 nel
5 quale Δ_{ci} è compreso tra 0.6 μ A e 0.7 Ma.

5. Sistema di controllo secondo la rivendicazione 1 nel quale λ_0 è compreso tra 0,8 e 1.

CLAIMS

1. System for controlling the carburation of an internal combustion engine comprising the following activities:
 - 5 a. starting the engine;
 - b. defining the factor λ_0
 - c. measuring the ionization current ci_0 ;
 - d. modifying - from outside - the factor λ by a predefined amount equivalent to Δ_λ moving it to the value $\lambda_1 = \lambda_0 + \Delta_\lambda$;
 - 10 e. repeating the measurement of the ionization current ci_1 ;
 - f. calculating the value of the difference of the ionization current $\Delta_{\lambda ci_1}$ equivalent to $ci_0 - ci_1$;
 - g. repeating operations d. and e. until the difference between the last value of the ionization current ci_n and the
15 second last value ci_{n-1} is smaller than Δ_{ci}
where Δ_{ci} is a predefined value which is assumed to have no influence with respect to the carburation.
2. Control system according to claim 1 wherein λ_0 is the factor λ of the engine calibrated in standard operating
20 conditions.
3. Control system according to claim 1 wherein ci_0 is the ionization current of the engine calibrated in standard operating conditions.
4. Control system according to claim 1 wherein Δ_{ci} is
25 comprised between 0.6 μA and 0.7 Ma.

5. Control system according to claim 1 wherein λ_0 is comprised between 0.8 and 1.