

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902096505A1

Publication Date

20140429

Applicant

MAGNETI MARELLI S.P.A.

Title

METODO DI RICONOSCIMENTO DEL TIPO DI CARBURANTE
EFFETTIVAMENTE UTILIZZATO IN UN MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:
"METODO DI RICONOSCIMENTO DEL TIPO DI CARBURANTE
EFFETTIVAMENTE UTILIZZATO IN UN MOTORE A COMBUSTIONE
INTERNA"

di MAGNETI MARELLI S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIALE ALDO BORLETTI 61/63

CORBETTA (MI)

Inventori: GARAGNANI Nicola, LANZONI Riccardo, PASTORELLI
Marco, CAVANNA Filippo

*** **

SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un metodo di riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato in un motore a combustione interna.

ARTE ANTERIORE

In alcune aree del mondo (ad esempio in Brasile) già da molti anni i motori a combustione interna ad accensione comandata possono venire alimentati con diversi tipi di carburante liquido (ad esempio benzina pura, alcool idrato, oppure una miscela di benzina ed alcool) che presentano caratteristiche diverse (ad esempio rapporti stechiometrici aria/carburante diversi). Recentemente, anche i moderni motori diesel hanno la possibilità di usare combustibili

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

diversi dal gasolio puro, i quali sono commercialmente definiti "biodiesel" e sono costituiti da una miscela di gasolio e di combustibili provenienti da bio-massa (ad esempio oli vegetali come l'olio di colza).

Di conseguenza, per l'unità elettronica di controllo del motore è importante conoscere il tipo di carburante che viene effettivamente utilizzato dal motore a combustione interna in modo tale da potere ottimizzare il controllo della combustione in funzione delle caratteristiche del carburante effettivamente utilizzato (ad esempio è fondamentale conoscere l'effettivo rapporto stechiometrico aria/carburante per minimizzare la generazione di inquinanti ed è molto utile conoscere la volatilità per garantire un corretto avviamento "freddo" del motore a combustione interna).

Sono stati proposti diversi metodi di riconoscimento del tipo di carburante che sono basati sulle informazioni fornite dalla sonda lambda presente allo scarico. Tuttavia, è sentita l'esigenza di potere utilizzare anche altri metodi di riconoscimento del tipo di carburante che non sfruttano le informazioni fornite dalla sonda lambda presente allo scarico, sia per avere una possibilità di riconoscere il tipo di carburante anche in modalità di "recovery" quando la sonda lambda non funziona correttamente, sia per avere la possibilità di confrontare

il riconoscimento del tipo di carburante eseguito partendo dalla informazioni fornite dalla sonda lambda con un altro riconoscimento indipendente in modo da aumentare la confidenza del riconoscimento.

La domanda di brevetto italiana B02011A000122 descrive un metodo di riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato in un motore a combustione interna, in cui sono previste le fasi di: rilevare, mediante un sensore, l'intensità di vibrazioni generate dal motore a combustione interna in una finestra temporale di misura; determinare il valore di un indice sintetico elaborando l'intensità delle vibrazioni generate dal motore a combustione interna nella finestra temporale di misura; confrontare l'indice sintetico con una grandezza di confronto predeterminata; e riconoscere il tipo di carburante in funzione del confronto tra l'indice sintetico e la grandezza di confronto. Il metodo di riconoscimento descritto nella domanda di brevetto italiana B02011A000122 permette di stimare con una precisione ed una confidenza abbastanza elevate il tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore a combustione interna; inoltre, questo metodo di riconoscimento è completamente indipendente dalle informazioni fornite dalla sonda lambda presente nello scarico del motore a combustione interna. Tuttavia, durante l'utilizzo del metodo di riconoscimento

descritto nella domanda di brevetto italiana B02011A000122 può accadere che il riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore a combustione interna sia relativamente incerto (cioè non del tutto sicuro).

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è fornire un metodo di riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato in un motore a combustione interna, il quale metodo di riconoscimento sia esente dagli inconvenienti sopra descritti e, in particolare, sia di facile ed economica implementazione e permetta sempre di ottenere un riconoscimento certo del tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore a combustione interna.

Secondo la presente invenzione viene fornito metodo di riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato in un motore a combustione interna, secondo quanto rivendicato dalle rivendicazioni allegate.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento al disegno annesso, che ne illustra un esempio di attuazione non limitativo; in particolare la figura allegata è una vista schematica di un motore a combustione interna provvisto di una unità di controllo che implementa il metodo di riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato oggetto della presente

invenzione.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura allegata, con il numero 1 è indicato nel suo complesso un motore a combustione interna comprendente quattro cilindri 2 disposti in linea. Ciascun cilindro 2 alloggia un rispettivo pistone 3 meccanicamente collegato mediante una biella ad un albero 4 motore per trasmettere all'albero 4 motore stesso la forza generata dalla combustione all'interno del cilindro 2.

Il motore 1 a combustione interna è pilotato da una unità 5 di controllo elettronica (denominata normalmente "ECU" - "Electronic Control Unit") che è disposta in prossimità del motore 1 a combustione interna ed è normalmente alloggiata all'interno di un vano motore del veicolo (non illustrato). L'unità 5 di controllo elettronica comprende un microfono 6 (ovvero un sensore 6 di pressione di tipo acustico), il quale è alloggiato all'interno della unità 5 di controllo ed è atto a rilevare l'intensità del rumore generato dal motore 1 a combustione interna (ovvero è atto a rilevare l'intensità delle onde di pressione acustiche - sonore - generate dal motore 1 a combustione interna).

In uso, l'unità 5 di controllo elettronica rileva, mediante il microfono 6, l'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna (ovvero di vibrazioni

generate dal motore 1 a combustione interna) in una finestra temporale di misura di ampiezza determinata (normalmente dell'ordine 1-5 decimi di secondo). Nella unità 5 di controllo elettronica, l'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna viene digitalizzata utilizzando una campionatura a frequenza relativamente elevata (dell'ordine di 50 kHz). Successivamente, l'unità 5 di controllo elettronica determina il valore di almeno un indice sintetico I elaborando l'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna nella finestra temporale di misura. L'indice sintetico I viene confrontato con almeno una grandezza TH di confronto predeterminata e quindi viene riconosciuto il tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna in funzione del confronto tra l'indice sintetico I e la grandezza TH di confronto. Preferibilmente, la grandezza TH di confronto viene determinata sperimentalmente durante una fase di calibrazione che viene eseguita alimentando diversi carburanti aventi caratteristiche note al motore 1 a combustione interna opportunamente dotato di strumenti di laboratorio.

Normalmente, alla grandezza TH di confronto viene associato un determinato punto di funzionamento di riconoscimento del motore 1 a combustione interna; in altre

parole, la grandezza TH di confronto viene determinata nel punto di funzionamento di riconoscimento ed è quindi valida solo in corrispondenza (o meglio in prossimità) del punto di funzionamento di riconoscimento stesso. Il punto di funzionamento del motore 1 (detto anche punto motore) è generalmente identificato da un valore del regime di rotazione e da un valore del carico (fornito dalla pressione di aspirazione oppure dalla efficienza di aspirazione ovvero dal rapporto tra la quantità di aria effettivamente aspirata e la massima quantità di aria aspirabile). Il confronto tra l'indice sintetico I e la grandezza TH di confronto viene eseguito solo quando il punto di funzionamento corrente del motore 1 a combustione interna è in un intorno del punto di funzionamento di riconoscimento, ovvero quando la differenza tra i parametri correnti (regime di rotazione e carico) ed i parametri del punto di funzionamento di riconoscimento è "piccola" (ovvero inferiore, in valore assoluto, ad una soglia).

Durante la calibrazione del sistema, il punto di funzionamento di riconoscimento viene scelto in modo tale da ottimizzare (massimizzare) le differenze esistenti tra carburanti diversi; in altre parole, le differenze percepibili nel rumore generato dal motore 1 a combustione interne in funzione del tipo di carburante utilizzato sono meno evidenti in alcuni punti di funzionamento e più

evidenti in altri punti di funzionamento. Per semplificare il riconoscimento del tipo di carburante utilizzato, è evidente che è conveniente scegliere il punto di funzionamento di riconoscimento in una zona in cui le differenze esistenti tra carburanti diversi sono massime. Per aumentare le possibilità di operare il riconoscimento è possibile utilizzare più grandezze TH di confronto, ciascuna delle quali è associata ad un proprio punto di funzionamento di riconoscimento diverso dagli altri punti di funzionamento di riconoscimento delle altre grandezze TH di confronto.

Quando il punto di funzionamento corrente del motore 1 a combustione interna è in un intorno del punto di funzionamento di riconoscimento e si vuole eseguire un riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna, il controllo motore viene forzatamente alterato rispetto al normale controllo motore standard per amplificare (esaltare) le differenze di comportamento dei vari tipi di carburante utilizzabili dal motore 1 a combustione interna; in altre parole, per potere eseguire con una maggiore confidenza il riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna, invece di utilizzare il normale controllo motore standard (che ha come obiettivo di generare la coppia motrice richiesta dal

guidatore minimizzando la generazione di inquinanti e minimizzando il consumo di carburante) viene utilizzato un controllo motore speciale (che ha come obiettivo l'esaltazione delle differenze di comportamento dei vari tipi di carburante utilizzabili dal motore 1 a combustione interna pur senza compromettere in modo eccessivo la regolarità di funzionamento).

Secondo una preferita forma di attuazione, per eseguire un riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna, il controllo motore viene forzatamente alterato rispetto al normale controllo motore standard per utilizzare come riferimento un rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo che è diverso dai rapporti aria/carburante stechiometrici dei carburanti utilizzabili dal motore 1 a combustione interna. Ad esempio, se i carburanti utilizzabili dal motore 1 a combustione interna sono E22 (miscela composta dal 22% di etanolo - alcol etilico - e dal 78% di benzina) ed E100 (miscela composta dal 100% di etanolo, ovvero etanolo puro), il rapporto aria/carburante stechiometrico del carburante E22 è pari a 13,5, mentre il rapporto aria/carburante stechiometrico del carburante E100 è pari a 9; di conseguenza, normalmente, il controllo motore opera utilizzando come riferimento un rapporto aria/carburante stechiometrico pari a 13,5 se

viene utilizzato il carburante E22, oppure opera utilizzando come riferimento un rapporto aria/carburante stechiometrico pari a 9 se viene utilizzato il carburante E100. Per eseguire un riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna, il controllo motore utilizza come riferimento un rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo che è diverso sia dal rapporto aria/carburante stechiometrico del carburante E22, sia dal rapporto aria/carburante stechiometrico del carburante E100; ad esempio, il controllo motore potrebbe utilizzare come riferimento un rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo compreso tra 10 e 12 (ad esempio 11), ovviamente solo per il breve istante di tempo (cioè nella finestra temporale di misura) durante il quale viene acquisita l'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna.

Quando il controllo motore utilizza come riferimento il rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo (ad esempio pari ad 11), se il carburante che viene effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna fosse E22 allora si avrebbe una combustione ricca, cioè in eccesso di carburante (il coefficiente λ effettivo, che indica il rapporto tra il rapporto aria/carburante effettivo ed il rapporto aria/carburante stechiometrico, sarebbe di circa 0,81), mentre se il carburante che viene

effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna fosse E100 allora si avrebbe una combustione magra, cioè in carenza di carburante (il coefficiente λ effettivo, che indica il rapporto tra il rapporto aria/carburante effettivo ed il rapporto aria/carburante stechiometrico, sarebbe di circa 1,2). In altre parole, quando il controllo motore utilizza come riferimento il rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo, a parità di quantità di carburante iniettata viene generata una coppia motrice maggiore (quindi maggiore potenza e maggiore energia coinvolta che si traduce in un rumore più intenso) se il carburante che viene effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna è E22, mentre viene generata una coppia motrice minore (quindi minore potenza e minore energia coinvolta che si traduce in un rumore meno intenso) se il carburante che viene effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna è E100. Appare quindi evidente che l'utilizzo del rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo, ovviamente solo per il breve istante di tempo (cioè nella finestra temporale di misura) durante il quale viene acquisita l'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna, permette di esaltare le differenze di rumore determinate dai due tipi di carburante.

Per riassumere, quando il punto di funzionamento

corrente del motore 1 a combustione interna è in un intorno del punto di funzionamento di riconoscimento e si vuole eseguire un riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna, il controllo motore viene forzatamente alterato rispetto al normale controllo motore standard per amplificare (esaltare) le differenze di comportamento dei vari tipi di carburante utilizzabili dal motore 1 a combustione interna; tale alterazione forzata avviene utilizzando per il controllo motore un rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo che è diverso dai rapporti aria/carburante stechiometrici dei carburanti utilizzabili dal motore 1 a combustione interna.

Secondo una preferita forma di attuazione, l'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna nella finestra temporale di misura viene preventivamente filtrata mediante un filtro passa-banda oppure mediante un filtro con "pesatura A" (detta anche "ponderazione A" che è un particolare tipo di equalizzazione che esalta le frequenze maggiormente percepite dall'uomo e taglia quelle meno udibili). A titolo di esempio, la banda di filtraggio del filtro passa-banda può essere compresa tra 10 Hz e 16 KHz (cioè il filtro passa-banda attenua le frequenze minori di 10 Hz e maggiori a 16 kHz ed esalta le frequenze comprese tra 10 Hz e 16 KHz).

Secondo una prima modalità di riconoscimento semplificata (quindi più robusta), l'unità 5 di controllo elettronica riconosce un primo tipo di carburante se l'indice sintetico I è maggiore (minore) della grandezza TH di confronto, e riconosce un secondo tipo di carburante se l'indice sintetico I è minore (maggiore) della grandezza TH di confronto. Questa prima modalità semplificata è di tipo "binario", ovvero prevede la scelta solo tra due diversi tipi di carburante in funzione del confronto tra l'indice sintetico I e la grandezza TH di confronto. Secondo una seconda modalità di riconoscimento più raffinata (quindi, almeno potenzialmente, meno robusta), l'unità 5 di controllo elettronica riconosce il tipo di carburante mediante una interpolazione eseguita in funzione del confronto tra l'indice sintetico I e la grandezza TH di confronto. In questa seconda modalità di riconoscimento più raffinata vengono normalmente utilizzate almeno due grandezze TH di confronto che delimitano una finestra all'interno della quale si trova l'indice sintetico I, ed il tipo di carburante viene riconosciuto mediante una interpolazione tra i tipi associati alle due grandezze TH di confronto.

Secondo una preferita forma di attuazione, l'unità 5 di controllo elettronica calcola l'indice sintetico I direttamente in funzione della variazione nel tempo

dell'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna e quindi calcola il valore dell'indice sintetico I nel dominio del tempo. In particolare, dopo il filtraggio il valore assoluto dell'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna viene integrato nel tempo all'interno della finestra temporale di misura per determinare l'indice sintetico I ; in altre parole, l'indice sintetico I è pari all'integrale nel tempo all'interno della finestra temporale di misura del valore assoluto dell'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna che è stata preventivamente filtrata. L'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna è funzione della (cioè è legata alla) potenza sviluppata dalla combustione nei cilindri 2 del motore 1 a combustione interna; di conseguenza, l'indice sintetico I è funzione della (cioè è legata alla) energia generata dalla combustione nei cilindri 2 del motore 1 a combustione interna durante la finestra temporale di misura.

Secondo una diversa forma di attuazione, l'unità 5 di controllo elettronica calcola la FFT (Fast Fourier Transform) dell'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna nella finestra temporale di misura e quindi calcola il valore dell'indice sintetico I nel dominio della frequenza in funzione della ampiezza di

almeno una armonica della FFT. Tuttavia, questa forma di attuazione richiede una potenza di calcolo decisamente maggiore in quanto il calcolo della FFT è molto più complesso rispetto al semplice calcolo di un integrale nel tempo.

Nella forma di attuazione sopra descritta, il sensore utilizzato dalla unità 5 di controllo elettronica è un microfono 6 e rileva l'intensità S del rumore generato dal motore 1 a combustione interna. In una equivalente forma di attuazione, il sensore utilizzato dalla unità 5 di controllo elettronica è un accelerometro 7 che è direttamente montato sul motore 1 a combustione interna e rileva l'intensità S delle vibrazioni meccaniche generate dal motore 1 a combustione interna. In altre parole, per riconoscere il tipo di carburante effettivamente utilizzato l'unità 5 di controllo elettronica utilizza l'intensità S di vibrazioni generate dal motore 1 a combustione interna e tali vibrazioni possono essere acustiche (sonore) e quindi rilevate dal microfono 6 oppure meccaniche e quindi rilevate dall'accelerometro 7. E' importante osservare che le vibrazioni meccaniche generate dal motore 1 a combustione interna sono strettamente correlate con il rumore generato dal motore 1 a combustione interna, in quanto vengono entrambe originate dagli stessi fenomeni fisici originati dalla combustione del carburante nei

cilindri 2; quindi, considerare le vibrazioni meccaniche generate dal motore 1 a combustione interna è perfettamente equivalente a considerare il rumore generato dal motore 1 a combustione interna.

Secondo una preferita forma di attuazione, l'intensità S delle vibrazioni meccaniche misurate dall'accelerometro 7 nella finestra temporale di misura viene preventivamente filtrata mediante un filtro passa-banda che agisce nella finestra 3-12 kHz (cioè il filtro passa-banda attenua le frequenze minori di 3 kHz e maggiori a 12 kHz ed esalta le frequenze comprese tra 3-12 kHz).

Il metodo di riconoscimento sopra descritto può venire utilizzato quando la sonda lambda presente nello scarico del motore 1 a combustione interna non fornisce informazioni affidabili, ovvero quando il motore 1 a combustione interna è freddo negli istanti immediatamente successivi ad un avviamento a freddo. In questo, modo è possibile eseguire un riconoscimento iniziale del tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna immediatamente dopo l'avviamento a freddo del motore 1 a combustione interna stesso e quindi senza attendere il tempo necessario (diverse decine di secondi) a portare "in temperatura" la sonda lambda.

Inoltre, il metodo di riconoscimento sopra descritto può venire utilizzato in modalità di "recovery" quando la

sonda lambda presente nello scarico del motore 1 a combustione interna non funziona correttamente; in altre parole, normalmente il tipo di carburante effettivamente utilizzato viene normalmente riconosciuto utilizzando le informazioni fornite dalla sonda lambda, ed in caso di malfunzionamento della sonda lambda il tipo di carburante effettivamente utilizzato viene riconosciuto secondo il metodo di riconoscimento sopra descritto che non prevede l'utilizzo delle informazioni fornite dalla sonda lambda.

Infine, il metodo di riconoscimento sopra descritto può venire utilizzato come campione di confronto con lo stesso riconoscimento eseguito utilizzando le informazioni fornite dalla sonda lambda in modo da aumentare la confidenza del riconoscimento.

Il metodo di riconoscimento sopra descritto presenta numerosi vantaggi in quanto è facilmente implementabile anche in una unità 5 di controllo elettronica già esistente, in quanto non richiede un elevato onere computazionale aggiuntivo, particolarmente quando l'indice I sintetico viene calcolato mediante una integrazione nel tempo dell'intensità S del rumore generato dal motore 1.

Inoltre, il metodo di riconoscimento sopra descritto permette di stimare con una precisione ed una confidenza molto elevate il tipo di carburante effettivamente utilizzato dal motore 1 a combustione interna.

Infine, il metodo di riconoscimento sopra descritto è completamente indipendente dalle informazioni fornite dalla sonda lambda presente nello scarico del motore 1 a combustione interna e quindi può venire utilizzato sia quando la sonda lambda non funziona correttamente (cioè quando la sonda lambda è fredda oppure guasta), sia come campione di confronto per lo stesso riconoscimento eseguito utilizzando le informazioni fornite dalla sonda lambda.

RIVENDICAZIONI

1) Metodo di riconoscimento del tipo di carburante effettivamente utilizzato in un motore (1) a combustione interna; il metodo di riconoscimento comprende le fasi di:

rilevare, mediante almeno un sensore, l'intensità (S) di vibrazioni generate dal motore (1) a combustione interna in una finestra temporale di misura; e

riconoscere il tipo di carburante effettivamente utilizzato in funzione dell'intensità (S) delle vibrazioni generate dal motore (1) a combustione interna nella finestra temporale di misura;

il metodo di riconoscimento è **caratterizzato dal fatto di** comprendere l'ulteriore fase di alterare forzatamente, durante la rilevazione dell'intensità (S) delle vibrazioni, il controllo motore rispetto al normale controllo motore standard per esaltare le differenze di comportamento dei vari tipi di carburante utilizzabili dal motore (1) a combustione interna.

2) Metodo di riconoscimento secondo la rivendicazione 1, in cui il controllo motore viene forzatamente alterato rispetto al normale controllo motore standard per utilizzare come riferimento un rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo che è diverso dai rapporti aria/carburante stechiometrici dei carburanti utilizzabili dal motore (1) a combustione interna.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

3) Metodo di riconoscimento secondo la rivendicazione 2, in cui il rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo è compreso in un intervallo delimitato dai rapporti aria/carburante stechiometrici dei carburanti utilizzabili dal motore (1) a combustione interna.

4) Metodo di riconoscimento secondo la rivendicazione 3, in cui i carburanti utilizzabili dal motore (1) a combustione interna sono E22 ed E100 ed il rapporto aria/carburante stechiometrico anomalo è compreso tra 10 e 12.

5) Metodo di riconoscimento secondo una delle rivendicazioni da 1 a 4 e comprendente le ulteriori fasi di:

individuare almeno un punto di funzionamento di riconoscimento del motore (1) a combustione interna; e

rilevare dell'intensità (S) delle vibrazioni generate dal motore (1) a combustione interna solo quando il punto di funzionamento corrente del motore (1) a combustione interna è in un intorno del punto di funzionamento di riconoscimento.

6) Metodo di riconoscimento secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui la fase di riconoscere il tipo di carburante effettivamente utilizzato comprende le ulteriori fasi di:

determinare il valore di almeno un indice sintetico

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

(I) elaborando l'intensità (S) delle vibrazioni generate dal motore (1) a combustione interna nella finestra temporale di misura; e

riconoscere il tipo di carburante effettivamente utilizzato in funzione dell'indice sintetico (I).

7) Metodo di riconoscimento secondo la rivendicazione 6, in cui la fase di riconoscere il tipo di carburante effettivamente utilizzato comprende le ulteriori fasi di:

confrontare l'indice sintetico (I) con almeno una grandezza (TH) di confronto predeterminata; e

riconoscere il tipo di carburante effettivamente utilizzato in funzione del confronto tra l'indice sintetico (I) e la grandezza (TH) di confronto.

8) Metodo di riconoscimento secondo la rivendicazione 7, in cui la fase di riconoscere il tipo di carburante effettivamente utilizzato comprende le ulteriori fasi di:

riconoscere un primo tipo di carburante se l'indice sintetico (I) è maggiore della grandezza (TH) di confronto; ed

riconoscere un secondo tipo di carburante se l'indice sintetico (I) è minore della grandezza (TH) di confronto.

9) Metodo di riconoscimento secondo la rivendicazione 7, in cui la fase di riconoscere il tipo di carburante effettivamente utilizzato comprende l'ulteriore fase di eseguire una interpolazione.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

10) Metodo di riconoscimento secondo una delle rivendicazioni da 6 a 9, in cui la fase di determinare il valore dell'indice sintetico (I) comprende le ulteriori fasi di:

calcolare la FFT dell'intensità (S) delle vibrazioni generate dal motore (1) a combustione interna nella finestra temporale di misura; e

calcolare il valore dell'indice sintetico (I) in funzione della ampiezza di almeno una armonica della FFT.

11) Metodo di riconoscimento secondo una delle rivendicazioni da 6 a 9, in cui l'indice sintetico (I) viene determinato direttamente in funzione della variazione nel tempo dell'intensità (S) delle vibrazioni generate dal motore (1) a combustione interna.

12) Metodo di riconoscimento secondo la rivendicazione 11, in cui l'indice sintetico (I) è pari all'integrale nel tempo all'interno della finestra temporale di misura del valore assoluto dell'intensità (S) del rumore generato dal motore (1) a combustione interna che è stata preventivamente filtrata.

13) Metodo di riconoscimento secondo una delle rivendicazioni da 6 a 12 e comprendente l'ulteriore fase di filtrare l'intensità (S) del rumore generato dal motore (1) a combustione interna mediante un filtro passa-banda prima di determinare il valore dell'indice sintetico (I).

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

14) Metodo di riconoscimento secondo una delle rivendicazioni da 1 a 13, in cui il sensore è un microfono (6) che rileva l'intensità (S) del rumore generate dal motore (1) a combustione interna.

15) Metodo di riconoscimento secondo una delle rivendicazioni da 1 a 13, in cui il sensore è un accelerometro (7) che rileva l'intensità (S) delle vibrazioni meccaniche generate dal motore (1) a combustione interna.

p.i.: MAGNETI MARELLI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

TITLE: "METHOD FOR RECOGNISING THE TYPE OF FUEL ACTUALLY
USED IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE"

CLAIMS

1) A method for recognising the type of fuel actually used in an internal combustion engine (1); the recognition method comprises the steps of:

detecting, by means of at least one sensor, the intensity (S) of the vibrations generated by the internal combustion engine (1) within a measurement time window; and

determining the type of fuel actually used as a function of the intensity (S) of the vibrations generated by the internal combustion engine (1) within the measurement time window;

the recognition method is **characterised in that** it comprises the further step of forcedly altering, during the detection of the intensity (S) of the vibrations, the engine control with respect to the normal standard engine control, so as to enhance the behavioural differences of the different types of fuel that can be used by the internal combustion engine (1).

2) A recognition method according to claim 1, wherein the engine control is forcedly altered with respect to the normal standard engine control in order to use, as a reference, an abnormal stoichiometric air/fuel ratio, which is different from the stoichiometric air/fuel ratios of the

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

fuels that can be used by the internal combustion engine (1).

3) A recognition method according to claim 2, wherein the abnormal stoichiometric air/fuel ratio is comprised within an interval, which is delimited by the stoichiometric air/fuel ratios of the fuels that can be used by the internal combustion engine (1).

4) A recognition method according to claim 3, wherein the fuels that can be used by the internal combustion engine (1) are E22 and E100 and the abnormal stoichiometric air/fuel ratio ranges from 10 to 12.

5) A recognition method according to any of the claims from 1 to 4 and comprising the further steps of:

identifying at least one recognition operating point of the internal combustion engine (1); and

detecting the intensity (S) of the vibrations generated by the internal combustion engine (1) only when the current operating point of the internal combustion engine (1) is in a neighbourhood of the recognition operating point.

6) A recognition method according to any of the claims from 1 to 5, wherein the step of recognising the type of fuel actually used comprises the further steps of:

determining the value of at least one synthetic index (I) by processing the intensity (S) of the vibrations

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

generated by the internal combustion engine (1) within the measurement time window; and

recognising the type of fuel actually used as a function of the synthetic index (I).

7) A recognition method according to claim 6, wherein the step of recognising the type of fuel actually used comprises the further steps of:

comparing the synthetic index (I) with at least one predetermined comparison quantity (TH); and

recognising the type of fuel actually used as a function of the comparison between the synthetic index (I) and the comparison quantity (TH).

8) A recognition method according to claim 7, wherein the step of recognising the type of fuel actually used comprises the further steps of:

recognising a first fuel type, if the synthetic index (I) is higher than the comparison quantity (TH); and

recognising a second fuel type, if the synthetic index (I) is lower than the comparison quantity (TH).

9) A recognition method according to claim 7, wherein the step of recognising the type of fuel actually used comprises the further step of performing an interpolation.

10) A recognition method according to any of the claims from 6 to 9, wherein the step of determining the value of the synthetic index (I) comprises the further

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

steps of:

calculating the FFT of the intensity (S) of the vibrations generated by the internal combustion engine (1) within the measurement time window; and

calculating the value of the synthetic index (I) as a function of the amplitude of at least one harmonic of the FFT.

11) A recognition method according to any of the claims from 6 to 9, wherein the synthetic index (I) is directly determined as a function of the variation in time of the intensity (S) of the vibrations generated by the internal combustion engine (1).

12) A recognition method according to claim 11, wherein the synthetic index (I) is equal to the integral in time, within the measurement time window, of the intensity (S) of the noise generated by the internal combustion engine (1), which has been previously filtered.

13) A recognition method according to any of the claims from 6 to 12 and comprising the further step of filtering the intensity (S) of the noise generated by the internal combustion engine (1) by means of a band-pass filter before determining the value of the synthetic index (I).

14) A recognition method according to any of the claims from 1 to 13, wherein the sensor is a microphone

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

(6), which detects the intensity (S) of the noise generated by the internal combustion engine (1).

15) A recognition method according to any of the claims from 1 to 13, wherein the sensor is an accelerometer (7), which detects the intensity (S) of the mechanical vibrations generated by the internal combustion engine (1).

