



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	102000900888686
Data Deposito	14/11/2000
Data Pubblicazione	14/05/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	02	M		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	08	B		

Titolo

**METODO DI DIAGNOSI DI PERDITE IN UN IMPIANTO DI INIEZIONE A COLLETTORE
COMUNE DI UN MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA.**

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale
di C.R.F. SOCIETÀ CONSORTILE PER AZIONI
di nazionalità italiana,

a 10043 ORBASSANO (TORINO), STRADA TORINO, 50

Inventore: ANTONIOLI Pierpaolo, DAVIDE Cristiana,

REALE Mario

TO 2000A 001070

*** ***** ***

La presente invenzione è relativa ad un metodo di diagnosi di perdite in un impianto di iniezione a collettore comune di un motore a combustione interna.

Come è noto, fra i vari problemi che possono verificarsi negli impianti di iniezione a collettore comune, quelli più rilevanti e pericolosi sono il bloccaggio di uno o più iniettori in posizione di apertura ed il verificarsi di perdite di combustibile nel circuito di alimentazione del combustibile ad alta pressione che causano la fuoriuscita di combustibile sotto forma di spray finemente polverizzato.

Infatti, la presenza di perdite di combustibile ad alta pressione può innescare un principio di incendio qualora il combustibile polverizzato colpisca superfici particolarmente calde del motore, mentre la presenza di un iniettore bloccato aperto provoca un continuo afflusso di combustibile ai cilindri e dà origine, oltre

BERGADANO MIRKO
(iscritto all' Albo n. 8438)

che ad un eccessivo consumo di combustibile, a combustioni anomale caratterizzate dalla presenza di picchi di pressione e dal sensibile aumento della temperatura all'interno dei cilindri.

Tali fenomeni sono difficilmente sopportabili dal motore per lungo tempo e quindi possono causare seri danneggiamenti del motore stesso, come, ad esempio, danneggiamenti della biella, del pistone o del polverizzatore degli iniettori, e possono pregiudicare immediatamente la funzionalità del veicolo nonché la sua sicurezza.

Per limitare tali situazioni pericolose, sono state in passato proposte unità di diagnosi aventi lo scopo di rilevare la presenza di perdite di combustibile nell'impianto di iniezione e di intervenire sull'impianto di iniezione stesso bloccando immediatamente l'alimentazione di combustibile agli iniettori e causando così l'arresto immediato del motore.

In particolare, tali unità di diagnosi operavano confrontando la pressione del combustibile nel collettore comune o il consumo complessivo di combustibile del motore con rispettivi valori di soglia e rilevavano la presenza o meno di eventuali situazioni pericolose sulla base dell'esito di tali confronti.

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

Negli impianti di iniezione a collettore comune possono però anche verificarsi perdite di combustibile nel circuito di alimentazione del combustibile a bassa pressione, ad esempio causate da piccole crepe nei condotti a bassa pressione, e anomalie di componenti del circuito di alimentazione del combustibile a bassa pressione stesso che non permettono una corretta alimentazione del combustibile al circuito di alimentazione del combustibile ad alta pressione.

Tali perdite ed anomalie risultano però meno gravi rispetto a quelle dovute alla presenza di un iniettore bloccato aperto o di combustibile polverizzato ad alta pressione in quanto non pregiudicano immediatamente la funzionalità del motore e la sicurezza del veicolo; in questi casi, infatti, il veicolo potrebbe ancora essere utilizzato, almeno per raggiungere un'officina riparazioni.

Le unità di diagnosi note sopra menzionate non erano però in grado di discriminare una condizione di perdita di combustibile nel circuito di alimentazione del combustibile ad alta pressione da una condizione di perdita di combustibile o di presenza di anomalie nel circuito di alimentazione del combustibile a bassa pressione e pertanto, anche in caso di anomalie non pericolose e non gravi presenti nel circuito di

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

alimentazione del combustibile a bassa pressione, le unità di diagnosi note intervenivano per causare l'arresto immediato del veicolo, dando origine così ad un disagio per il guidatore eccessivo rispetto ad una situazione non immediatamente pericolosa.

Una delle tante soluzioni proposte per porre almeno in parte rimedio a tali inconvenienti è descritta nella domanda di brevetto europeo EP-0786593 a nome della richiedente e prevede l'utilizzo di una struttura di contenimento e di raccolta di combustibile in grado di rilevare una condizione di perdita di combustibile dai condotti di alimentazione del combustibile ad alta pressione che collegano gli iniettori con il collettore comune.

In particolare, la struttura di contenimento e di raccolta di combustibile comprende una pluralità di manicotti di materiale elastomerico circondanti i condotti di alimentazione degli iniettori ed aventi lo scopo di contenere eventuale combustibile fuoriuscente dai condotti stessi, un collettore di raccolta collegato ai manicotti ed atto a raccogliere il combustibile eventualmente fuoriuscito dai condotti di alimentazione degli iniettori e a convogliarlo nel collettore di raccolta stesso dai manicotti, un sensore di liquido disposto nella parte inferiore del collettore di

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

raccolta ed atto a generare un segnale di perdita indicativo della presenza di combustibile all'interno di detto collettore di raccolta stesso, ed un circuito di allarme collegato al sensore di liquido e atto a generare un segnale di allarme quando nel collettore di raccolta vi è presenza di combustibile.

Pur risultando particolarmente vantaggiosa sotto molti punti di vista, la soluzione sopra descritta presenta tuttavia alcuni inconvenienti che non ne consente un adeguato sfruttamento di tutti i vantaggi.

In particolare, la determinazione della condizione di perdita di combustibile dai condotti di alimentazione ad alta pressione viene effettuata utilizzando elementi dedicati aggiuntivi rispetto alla dotazione standard del veicolo, quali i manicotti, il collettore di raccolta, il sensore di liquido, ed il circuito di allarme, i quali, oltre ad avere un loro costo di fabbricazione o di acquisto ed un loro costo di montaggio, necessitano di una manutenzione periodica.

Inoltre, la struttura di raccolta e di contenimento del combustibile sopra descritta risultava in grado di rilevare un solo tipo di anomalia nel circuito di alimentazione del combustibile ad alta pressione, in particolare soltanto una condizione di perdita di combustibile dai condotti di alimentazione ad alta

pressione, per cui altri tipi di anomalie presenti nel circuito di alimentazione del combustibile ad alta pressione, ad esempio una condizione di iniettore bloccato aperto, non potevano essere diagnosticati con tale struttura.

Un'altra soluzione proposta per porre almeno in parte rimedio agli inconvenienti sopra menzionati è descritta nella domanda di brevetto europeo EP-0785349 a nome della richiedente e prevede l'utilizzo di un'unità di diagnosi in grado di determinare il tipo di anomalia presente nel circuito di alimentazione del combustibile ad alta pressione, in particolare di discriminare una condizione di iniettore bloccato aperto da una generica rottura nel circuito di alimentazione del combustibile ad alta pressione.

In particolare, l'unità di diagnosi opera utilizzando un segnale accelerometrico correlato all'intensità di vibrazioni presenti sul motore e generato da un sensore accelerometrico disposto sul basamento del motore ed un segnale di posizione indicativo della posizione angolare dell'albero motore (angolo motore). In dettaglio, l'unità di diagnosi confronta l'ampiezza del segnale accelerometrico con un primo valore di riferimento, ed il valore di angolo motore in cui l'ampiezza del segnale accelerometrico

BERGADANO MIRKO
(Iscritto all'Albo n. 843B)

supera il primo valore di riferimento con un secondo valore di riferimento e determina una condizione di iniettore bloccato aperto in funzione dell'esito dei suddetti confronti.

Pur risultando particolarmente vantaggiosa sotto molti punti di vista, la soluzione sopra descritta presenta tuttavia un inconveniente che non ne consente un adeguato sfruttamento di tutti i vantaggi.

In particolare, la determinazione del tipo di anomalia presente nel circuito di alimentazione del combustibile ad alta pressione viene effettuata utilizzando un elemento dedicato aggiuntivo rispetto alla dotazione standard del veicolo, quale il sensore accelerometrico, il quale, oltre ad avere un suo costo di fabbricazione o di acquisto ed un suo costo di montaggio, necessita di una manutenzione periodica.

Per superare tale inconveniente, nella domanda di brevetto europeo EP-0785358 a nome della richiedente viene proposta un'unità di diagnosi in grado di determinare il tipo di anomalia presente nel circuito di alimentazione del combustibile nel suo complesso, in particolare di discriminare una condizione di iniettore bloccato aperto da una generica rottura nel circuito di alimentazione del combustibile, senza richiedere l'utilizzo di un sensore accelerometrico aggiuntivo

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

rispetto alla dotazione standard del veicolo.

In particolare, l'unità di diagnosi determina innanzitutto la presenza di una eventuale condizione di presenza di anomalie nel circuito di alimentazione del combustibile sulla base dell'esito di confronti fra la pressione del combustibile nel collettore comune o il consumo complessivo di combustibile del motore con rispettivi valori di soglia, e quindi, in caso di rilevamento di anomalie, discrimina una condizione di iniettore bloccato aperto da una generica rottura nel circuito di alimentazione del combustibile sulla base della coppia erogata dal motore, la quale viene determinata utilizzando un segnale di posizione e velocità indicativo della velocità e della posizione angolare dell'albero motore e generato da un dispositivo di rilevamento della velocità e della posizione angolare dell'albero motore già presente a bordo dei veicoli e comprendente essenzialmente una ruota fonica calettata sull'albero motore stesso ed un sensore elettromagnetico associato alla ruota fonica.

In dettaglio, in caso di rilevamento di anomalie nel circuito di alimentazione del combustibile, l'unità di diagnosi riduce, in particolare annulla, la quantità di combustibile iniettata in ciascuno dei cilindri del motore, calcola il contributo di ciascuno dei cilindri

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

al valore di coppia utile generata dal motore sulla base del suddetto segnale di posizione e velocità, confronta ciascuno dei contributi con un rispettivo valore di riferimento, e quindi rileva una condizione di iniettore bloccato aperto qualora almeno uno dei contributi sia maggiore del rispettivo valore di riferimento e una condizione di rottura nel circuito di alimentazione del combustibile qualora tutti i contributi siano minori dei rispettivi valori di riferimento.

Infatti, se la perdita di combustibile diagnosticata è dovuta ad una rottura nel circuito di alimentazione del combustibile, la riduzione della quantità di combustibile iniettata nei cilindri determina una corrispondente riduzione dei contributi di ciascun cilindro alla coppia utile e tale riduzione è facilmente calcolabile in funzione del tempo di iniezione ridotto di ciascun iniettore; mentre se la perdita di combustibile diagnosticata è dovuta ad un iniettore bloccato aperto, la riduzione della quantità di combustibile iniettata determina una riduzione minore dei singoli contributi alla coppia utile rispetto a quella ottenuta nel caso precedente in quanto il bloccaggio in posizione di apertura di uno degli iniettori causa un continuo afflusso di combustibile al relativo cilindro e quindi non si ha riduzione del

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

contributo di tale cilindro alla coppia utile generata dal motore.

Pur risultando particolarmente vantaggiosa sotto molti punti di vista, la soluzione sopra descritta presenta tuttavia un piccolo inconveniente che non ne consente un adeguato sfruttamento di tutti i vantaggi.

In particolare, la discriminazione di una condizione di iniettore bloccato aperto da una generica rottura nel circuito di alimentazione ad alta pressione viene effettuata confrontando il contributo di ciascuno dei cilindri alla coppia utile erogata dal motore con un rispettivo valore di riferimento e da simulazione al calcolatore e da prove su strada effettuate dalla richiedente è emerso che le diagnosi dei guasti ottenute con questo tipo di confronto possono fornire risultati non affidabili in determinate condizioni di funzionamento del motore, in particolare possono sorgere problemi di riconoscimento dei guasti durante i transitori di funzionamento del motore, ad esempio durante il rilascio.

Scopo della presente invenzione è quindi quello di realizzare un metodo di diagnosi di perdite che sia esente dagli inconvenienti sopra descritti.

Secondo la presente invenzione viene fornito un metodo di diagnosi di perdite in un impianto di

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

iniezione ad alta pressione di un motore a combustione interna, come definito nella rivendicazione 1.

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

- la figura 1 è uno schema semplificato di un impianto di iniezione a collettore comune; e

- la figura 2 è un diagramma di flusso relativo al metodo di diagnosi di perdite secondo la presente invenzione.

In figura 1 è indicato con 1, nel suo complesso, un impianto di iniezione a collettore comune ("common rail injection system") per un motore 2 a combustione interna, in particolare un motore diesel, comprendente una pluralità di cilindri 4, un albero di uscita 6 (rappresentato schematicamente con linea tratto-punto), ed un sistema di ricircolo dei gas di scarico 8 (EGR - Exhaust Gas Recirculation).

In particolare, il sistema di ricircolo dei gas di scarico 8 ha lo scopo di consentire la reimmissione nel collettore di aspirazione del motore 2 di parte dei gas di scarico presenti nel collettore di scarico del motore

BERGADANO MIRKO
(iscritto all' Albo n. 843B)

combustione e ridurre la formazione di ossidi di azoto (NOx) ed è rappresentato schematicamente in figura 1 con un condotto 10 lungo il quale è disposta una valvola di regolazione 12.

L'impianto di iniezione 1 comprende essenzialmente una pluralità di iniettori 14 formenti combustibile ad alta pressione ai cilindri 4 del motore 2; un circuito di alimentazione ad alta pressione 16 alimentante combustibile ad alta pressione agli iniettori 14; ed un circuito di alimentazione a bassa pressione 18 alimentante combustibile a bassa pressione al circuito di alimentazione ad alta pressione 16.

Il circuito di alimentazione a bassa pressione 18 comprende un serbatoio 20 del combustibile; una pompa di mandata 22, ad esempio di tipo elettrico, disposta nel serbatoio 20 ed immersa nel combustibile (rappresentata esternamente al serbatoio 20 per motivi illustrativi); una pompa ad alta pressione 24 collegata alla pompa di mandata 22 attraverso una linea di mandata a bassa pressione 26; ed un filtro del combustibile 28 disposto lungo la linea di mandata a bassa pressione 26, tra la pompa di mandata 22 e la pompa ad alta pressione 24.

Il circuito di alimentazione ad alta pressione 16 comprende un collettore comune 30 di tipo noto collegato alla pompa ad alta pressione 24 attraverso una linea di

BERGADANO MIRKO
[iscritto all'Albo n. 843B]

mandata ad alta pressione 32 e, attraverso rispettivi condotti di alimentazione ad alta pressione 34, agli iniettori 14, i quali sono inoltre collegati, attraverso rispettivi condotti di ricircolo 36, ad una linea di scarico 38 collegata a sua volta al serbatoio 20 per riportare nel serbatoio 20 stesso parte del combustibile utilizzato, in modo noto, dagli iniettori 14 per il loro funzionamento.

Alla linea di scarico 38 sono anche collegati sia la pompa ad alta pressione 24 attraverso un rispettivo condotto di ricircolo 40 che la pompa di mandata 22 ed il filtro del combustibile 28 attraverso rispettivi condotti di ricircolo 42 e rispettive valvole di sovrappressione 44.

Inoltre, la pompa ad alta pressione 24 è provvista di una valvola 46 di tipo on/off, rappresentata schematicamente e comunemente nota col nome di valvola di shut-off, atta a consentire l'alimentazione dei pompanti (non mostrati) della pompa ad alta pressione 24 stessa quando vi è una differenza di pressione fra la linea di mandata a bassa pressione 26 ed il condotto di ricircolo 40.

Il circuito di alimentazione ad alta pressione 16 comprende inoltre un regolatore di pressione 48 collegato fra la linea di mandata ad alta pressione 32 e

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

la linea di scarico 38 attraverso un condotto di ricircolo 50 per riportare, quando attivato, nel serbatoio 20 parte del combustibile alimentato dalla pompa ad alta pressione 24 al collettore comune 30 e regolare così, in modo noto e quindi non descritto in dettaglio, la pressione del combustibile alimentato dalla pompa ad alta pressione 24 stessa, e quindi la pressione del combustibile nel collettore comune 30.

Il circuito di alimentazione ad alta pressione 16 comprende inoltre un limitatore di pressione 52 collegato da un lato al collettore comune 30 e dall'altro, attraverso un condotto di ricircolo 54, alla linea di scarico 38 ed avente lo scopo di impedire alla pressione del combustibile presente nel collettore comune 30 stesso di superare un valore massimo prefissato.

L'impianto di iniezione 1 comprende inoltre un'unità di diagnosi 56 per il rilevamento e la diagnosi di perdite nell'impianto di iniezione 1 stesso.

In particolare, l'unità di diagnosi 56 comprende un sensore di pressione 58 collegato al collettore comune 30 e generante un segnale di pressione S_p correlato alla pressione del combustibile all'interno del collettore comune 30 stesso, e quindi alla pressione di iniezione del combustibile; ed un dispositivo di rilevamento 60

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

della velocità e della posizione angolare dell'albero di uscita 4, comprendente una ruota fonica 62 di tipo noto calettata sull'albero di uscita 4 stesso, ed un sensore elettromagnetico 64 affacciato alla ruota fonica 62 e generante in uscita un segnale di posizione e velocità S_A indicativo della velocità e della posizione angolare della ruota fonica 62 stessa, e quindi della velocità e della posizione angolare dell'albero di uscita 4.

L'unità di diagnosi 56 comprende inoltre una centralina elettronica 66 per il controllo dell'impianto di iniezione 1 (facente ad esempio parte di una centralina controllo motore non illustrata), ricevente in ingresso i segnali di pressione S_p e di posizione e velocità S_A , generante in uscita un primo segnale di comando fornito al regolatore di pressione 48, un secondo segnale di comando fornito alla pompa di mandata 22, ed un terzo segnale di comando fornito agli iniettori 14, ed implementante le operazioni di seguito descritte con riferimento al diagramma di flusso di figura 2 per:

- determinare la presenza di una eventuale anomalia nell'impianto di iniezione 1;

- discriminare se tale anomalia è dovuta ad uno o più iniettori bloccati aperti, oppure ad una perdita nel circuito di alimentazione del combustibile, ad esempio

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

causata da una cricca nei condotti ad alta pressione, oppure ad una generica anomalia nel circuito di alimentazione a bassa pressione; e

- intervenire opportunamente sull'impianto di iniezione 1 a seconda del tipo di anomalia diagnosticata.

In particolare, ciascuna delle operazioni di diagnostica delle perdite qui di seguito descritte con riferimento al diagramma di flusso di figura 2 viene ripetuta dalla centralina elettronica 66 con una frequenza che non è costante ma è funzione del numero di giri del motore 2.

Ad esempio, ciascuna delle operazioni di diagnostica delle perdite mostrate nel diagramma di flusso di figura 2 può essere eseguita dalla centralina elettronica 66 ad ogni iniezione di combustibile, cioè ad ogni ciclo motore.

In particolare, secondo quanto illustrato in figura 2, la centralina elettronica 66 acquisisce inizialmente il segnale di pressione S_P ed il segnale di posizione e velocità S_A (blocco 100) e determina, in funzione del segnale di pressione S_P , il valore di pressione istantaneo P_{RAIL} del combustibile all'interno del collettore comune 30 e, in funzione del segnale di posizione e velocità S_A , una grandezza AC_i correlata al

contributo di ciascun cilindro 4 alla coppia utile erogata dal motore 2 (blocco 110).

In particolare, tale grandezza è costituita dal contributo di ciascun cilindro 4 all'accelerazione angolare dell'albero di uscita 6 del motore 2, il quale nel seguito della descrizione verrà indicato con il termine "contributo di accelerazione angolare AC_i ", in cui il pedice "i" è indicativo del rispettivo cilindro 4, e può ad esempio essere calcolato nel modo descritto in dettaglio nella domanda di brevetto europeo EP 637738 a nome della richiedente.

Il calcolo del contributo di accelerazione angolare di ogni cilindro 4 viene preferito al calcolo del contributo di coppia di ogni cilindro innanzitutto perché, come è noto, le due grandezze sono strettamente correlate fra loro, in particolare sono proporzionali fra loro, e poi perché il calcolo del contributo di coppia di ciascun cilindro necessiterebbe comunque del calcolo del contributo di accelerazione angolare di tale cilindro.

La centralina elettronica 66 effettua quindi un filtraggio dei contributi di accelerazione angolare AC_i di ogni cilindro 4, generando così, per ogni cilindro 4, una sequenza di contributi di accelerazione angolare filtrati ACF_i (blocco 120). In particolare, il

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

filtraggio dei contributi di accelerazione angolare AC_i di ogni cilindro 4 viene effettuato, in modo noto e quindi non descritto in dettaglio, mediante un filtro numerico passa-basso convenzionale con banda passante tale da attenuare le oscillazioni sui giri motore indotte dalla trasmissione della coppia dal motore alle ruote.

La centralina elettronica 66 calcola quindi, per ogni cilindro 4, un indice di sbilanciamento IS_i in funzione dei rispettivi contributi di accelerazione angolare filtrati ACF_i , il quale è indicativo dello sbilanciamento del relativo contributo di accelerazione angolare filtrato AC_i rispetto al valor medio dei contributi di accelerazione angolari filtrati AC_i degli altri cilindri 4 e viene calcolato utilizzando la seguente relazione (blocco 130):

$$IS_i = ACF_i - \sum_{j=1} (a_j \cdot ACF_j)$$

dove a_j rappresenta il peso attribuito a ciascun contributo di accelerazione angolare filtrato ACF_j e può ad esempio essere un valore costante pari a $a_j=1/(n-1)$, con n pari al numero dei cilindri 4 del motore 2.

La centralina elettronica 66 effettua quindi un filtraggio dell'indice di sbilanciamento IS_i di ogni

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 3438)

cilindro 4, generando così, per ogni cilindro 4, una sequenza di indici di sbilanciamento filtrati ISF_i (blocco 140). In particolare, il filtraggio dell'indice di sbilanciamento IS_i di ogni cilindro 4 viene effettuato, in modo noto e quindi non descritto in dettaglio, mediante un filtro numerico convenzionale.

Contemporaneamente alle operazioni sopra descritte con riferimento ai blocchi 100-140, la centralina elettronica 66 confronta il valore di pressione istantaneo P_{RAIL} del combustibile nel collettore comune 30 con un valore di pressione minimo P_{MIN} , il quale è funzione del numero di giri del motore e rappresenta la pressione minima del combustibile al di sotto della quale vi è sicuramente una anomalia nell'impianto di iniezione 1 ed è quindi necessario eseguire una procedura finalizzata a determinare la causa di tale anomalia.

Ad esempio, il valore di pressione minimo P_{MIN} può esser compreso fra 120 e 200 bar, in particolare pari a circa 120 bar per giri motore minori di 2300 giri/min, pari a circa 200 bar per giri motore maggiori di 2500 giri/min, e crescente in modo lineare da 120 a 200 bar per giri motore compresi fra 2300 e 2500 giri/min (blocco 150).

Se il valore di pressione istantaneo P_{RAIL} è

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

maggiore o uguale al valore di pressione minimo P_{MIN} (uscita NO dal blocco 150), allora la centralina elettronica 66 diagnostica l'assenza di anomalie nell'impianto di iniezione 1 e continua a ripetere l'operazione di confronto fra il valore di pressione istantaneo P_{RAIL} ed il valore di pressione minimo P_{MIN} , ritornando nuovamente al blocco 150, mentre se il valore di pressione istantaneo P_{RAIL} è minore del valore di pressione minimo P_{MIN} (uscita SI dal blocco 150), allora la centralina elettronica 66 diagnostica la presenza di una perdita nell'impianto di iniezione 1 ed implementa le operazioni qui di seguito descritte per discriminare se tale perdita è dovuta ad uno o più iniettori bloccati aperti o ad una generica rottura nei circuiti di alimentazione ad alta e a bassa pressione 16, 18.

In particolare, al rilevamento della perdita di combustibile, la centralina elettronica 66 memorizza l'indice di sbilanciamento filtrato ISF_i di ogni cilindro 4 immediatamente precedente alla rilevazione della presenza di anomalie nell'impianto di iniezione 1 effettuata nel blocco 150 (blocco 160), comanda un cut-off di iniezione interdicendo completamente gli iniettori 14 (blocco 170) e comanda la chiusura della valvola di regolazione 12 del sistema di ricircolo dei gas di scarico 8 (blocco 180).

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

In particolare, la chiusura della valvola di regolazione 12 del sistema di ricircolo dei gas di scarico 8 viene effettuata al fine di ridurre la dissimmetria di combustione nei cilindri 4 del motore 2 dovuta ad eventuali combustioni anomale causate dal ricircolo del combustibile incombusto eventualmente presente in uno o più cilindri 4 nel caso in cui uno o più iniettori 14 rimangano bloccati aperti.

A questo punto, la centralina elettronica 66 calcola un tempo di attesa T_0 in funzione di valori prememorizzati del tempo di chiusura della valvola di regolazione 12 del sistema di ricircolo dei gas di scarico 8 e della convergenza dei filtri numerici utilizzati per il filtraggio dei contributi di accelerazione angolare AC_1 di ogni cilindro 4 (blocco 190) e si pone in una condizione di stand-by per tale tempo di attesa T_0 , il quale è sufficiente affinché il transitorio provocato dal cut-off di iniezione e dalla chiusura della valvola di regolazione 12 sia terminato (blocco 200).

Trascorso il tempo di attesa T_0 , la centralina elettronica 66 calcola quindi, per ogni cilindro 4, un indice differenziale di sbilanciamento D_1 pari alla differenza fra l'indice di sbilanciamento IS_1 calcolato immediatamente dopo il termine del tempo di attesa T_0

BERGADANO MIRKO
iscritto all'Albo n. 84381

(ossia immediatamente dopo la rilevazione della presenza di una anomalia nell'impianto di iniezione 1) e l'indice di sbilanciamento filtrato ISFi calcolato, e memorizzato, immediatamente prima della rilevazione della presenza di una anomalia nell'impianto di iniezione 1 (blocco 210). Il calcolo di un indice differenziale di sbilanciamento D_i per ogni cilindro 4 viene effettuata al fine di recuperare eventuali dispersioni delle accelerazioni angolari dei singoli cilindri 4.

La centralina elettronica 66 confronta quindi l'indice differenziale di sbilanciamento D_i di ogni cilindro 4 con un rispettivo indice differenziale di soglia D_{THi} , il quale può essere un valore costante memorizzato nella memoria della centralina elettronica 66 stessa oppure essere calcolato in funzione del punto motore (quantità d'aria aspirata, carico e numero di giri del motore, ecc.) (blocco 220).

Se la differenza fra l'indice differenziale di sbilanciamento D_i di un cilindro 4 è minore o uguale del rispettivo indice differenziale di soglia D_{THi} (uscita NO dal blocco 220), allora la centralina elettronica 66 diagnostica una condizione di rottura o anomalia nei circuiti di alimentazione ad alta e a bassa pressione 16, 18, mentre se l'indice differenziale di

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

sbilanciamento D_1 di un cilindro è maggiore del rispettivo indice differenziale di riferimento D_{THI} (uscita NO dal blocco 220), allora la centralina elettronica 66 diagnostica una condizione di iniettore bloccato aperto.

In particolare, al rilevamento di una condizione di rottura o anomalia nei circuiti di alimentazione ad alta e a bassa pressione 16, 18, la centralina elettronica 66 comanda una limitazione della quantità di combustibile alimentato agli iniettori 14 per limitare la massima quantità di combustibile iniettabile in ciascun cilindro 4 (blocco 230), comanda il regolatore di pressione 48 per limitare la massima pressione che il combustibile può assumere all'interno dell'accumulatore comune 30 (blocco 240), ed esegue quindi una ulteriore procedura di diagnosi, di per sé nota e quindi non descritta in dettaglio, volta a determinare se la rottura o l'anomalia si è verificata nel circuito di alimentazione ad alta pressione 16 o nel circuito di alimentazione a bassa pressione 18 (blocco 250).

Al rilevamento invece di una condizione di iniettore bloccato aperto, la centralina elettronica 66 comanda la disabilitazione della pompa di mandata 22 per interrompere l'alimentazione di combustibile agli iniettori 14 (blocco 260), comanda l'apertura del

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 943B)

regolatore di pressione 48 per scaricare il combustibile presente nell'accumulatore comune 30 (blocco 270), e comanda l'interdizione di tutti gli iniettori 14 per interrompere l'iniezione di combustibile nei cilindri 4 e causare così lo spegnimento del motore 2 (blocco 280).

Infine, la centralina elettronica 66 comanda la visualizzazione e/o la segnalazione acustica su dispositivi di segnalazione ottici o acustici del veicolo del tipo di anomalia diagnosticata (blocco 290).

I vantaggi del metodo di diagnosi delle perdite secondo la presente invenzione sono i seguenti.

Innanzitutto, esso consente di discriminare una perdita di combustibile nell'impianto di iniezione 1 dovuta ad un iniettore bloccato aperto da una anomalia dovuta ad una generica rottura nei circuiti di alimentazione ad alta e a bassa pressione, consentendo così di intervenire drasticamente sull'impianto di iniezione 1 causando l'arresto immediato del motore 2, e quindi del veicolo, quando questo è effettivamente necessario per la pericolosità della situazione (iniettore bloccato aperto), e di intervenire invece limitatamente sull'impianto di iniezione 1 quando si ha una perdita di gravità inferiore, consentendo al veicolo di giungere alla più vicina officina riparazioni.

Inoltre, da simulazioni al calcolatore e da prove

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

su strada effettuate dalla richiedente è emerso che il presente metodo di diagnosi fornisce risultati affidabili in qualsiasi condizione di funzionamento del motore e quindi non presenta la limitazione del metodo di diagnosi inizialmente citato.

Risulta infine chiaro che al metodo di diagnosi qui descritto ed illustrato possono essere apportate modifiche e varianti senza per questo uscire dall'ambito protettivo della presente invenzione.

Ad esempio, la presenza di una perdita di combustibile nell'impianto di iniezione 1 potrebbe essere rilevata in modo differente da quello descritto con riferimento al blocco 150.

In particolare, anziché effettuare un confronto fra il valore di pressione istantaneo P_{RAIL} ed il valore di pressione minimo P_{MIN} , si potrebbe calcolare un errore di pressione pari alla differenza fra il valore di pressione istantaneo P_{RAIL} ed un valore di pressione di riferimento P_{REF} indicativo della pressione desiderata del combustibile, confrontare l'errore di pressione con un valore di soglia, e quindi rilevare la presenza di perdite di combustibile nell'impianto di iniezione 1 nel caso in cui l'errore di pressione sia maggiore del valore di soglia. Infatti, la presenza di perdite di combustibile nell'impianto di iniezione 1 non consente

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

alla pressione del combustibile nel collettore comune 30 di raggiungere il valore desiderato (P_{REF}), per cui un errore di pressione eccessivamente elevato è inevitabilmente un indice della presenza di perdite.

Alternativamente, si potrebbe confrontare il duty-cycle del segnale di comando C_1 fornito al regolatore di pressione 48 con un valore di soglia e rilevare la presenza di perdite nell'impianto di iniezione 1 qualora il duty-cycle del segnale di comando C_1 sia maggiore del valore di soglia. Infatti, l'entità di chiusura del regolatore di pressione 48 è proporzionale al duty-cycle del segnale di comando C_1 ad esso fornito e più il regolatore di pressione 48 è chiuso più la pressione del combustibile P_{RAIL} nel collettore comune 30 dovrebbe essere elevata, per cui valori di duty-cycle del segnale di comando C_1 maggiori del range di normale utilizzo, ad esempio costantemente maggiori del 90%, sono indicativi della difficoltà che ha l'impianto di iniezione 1 a raggiungere la pressione di iniezione desiderata (P_{REF}) e quindi della presenza di perdite di combustibile nell'impianto di iniezione 1.

Inoltre, la condizione di cut-off di iniezione comandata dalla centralina elettronica 66 (blocco 170) potrebbe anche essere differente da quella descritta. In particolare, anziché essere una condizione di cut-off di

BERGADANO MIRKO
[iscritto all' Albo n. 8438]

iniezione completa, in cui ciascun iniettore 14 viene completamente interdetto e quindi la quantità di combustibile da esso iniettata nel relativo cilindro 4 ridotta a zero, potrebbe essere una condizione di cut-off di iniezione parziale, in cui ciascun iniettore 14 viene solo parzialmente interdetto e la quantità di combustibile da esso iniettata nel relativo cilindro 4 ridotta di un fattore prefissato, ad esempio ridotta a metà.

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

R I V E N D I C A Z I O N I

1. Metodo di diagnosi di perdite in un impianto di iniezione (1) ad alta pressione di un motore (2) a combustione interna comprendente una pluralità di cilindri (4), detto impianto di iniezione (1) comprendendo una pluralità di iniettori (14) alimentanti, ciascuno, combustibile ad alta pressione ad un rispettivo cilindro (4) di detto motore (2), ed un circuito di alimentazione del combustibile (16, 18) alimentante combustibile a detti iniettori (14); detto metodo di diagnosi essendo caratterizzato dal fatto di comprendere le fasi di:

- determinare, per ciascuno di detti cilindri (4), una grandezza (AC_i) correlata al contributo di detto cilindro (4) alla coppia erogata da detto motore (2);

- determinare, per ciascuno di detti cilindri (4), un indice di sbilanciamento (IS_i) indicativo dello sbilanciamento della grandezza (AC_i) correlata al contributo di detto cilindro (4) alla coppia erogata da detto motore (2) rispetto alle grandezze (AC_i) correlate ai contributi degli altri cilindri (4) alla coppia erogata dal motore (2);

- al rilevamento di una anomalia in detto impianto di iniezione (1), ridurre la quantità di combustibile iniettata in ciascuno di detti cilindri (4); e

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

- per ciascuno di detti iniettori (14), discriminare una condizione di iniettore bloccato aperto da una condizione di rottura in detto circuito di alimentazione del combustibile (16, 18) sulla base della variazione dell'indice di sbilanciamento (IS_i) del rispettivo cilindro (4) conseguente a detta riduzione di combustibile.

2. Metodo di diagnosi secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta grandezza (AC_i) correlata al contributo di un cilindro (4) alla coppia erogata dal motore (2) è il contributo di detto cilindro (4) all'accelerazione angolare di detto motore (2).

3. Metodo di diagnosi secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che l'indice di sbilanciamento (IS_i) associato a ciascuno di detti cilindri (4) è correlato alla differenza fra la grandezza (AC_i) correlata al contributo di detto cilindro (4) alla coppia erogata da detto motore (2) ed un valor medio delle grandezze (AC_i) correlate ai contributi degli altri cilindri (4) alla coppia erogata dal motore (2).

4. Metodo di diagnosi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase di discriminare, per ciascuno di detti iniettori (14), una condizione di iniettore bloccato

aperto da una condizione di rottura in detto circuito di alimentazione del combustibile (16, 18) comprende le fasi di:

- determinare un indice differenziale di sbilanciamento (D_1) in funzione di un indice di sbilanciamento (IS_1) precedente al rilevamento di detta anomalia in detto impianto di iniezione (1), e di un indice di sbilanciamento (IS_1) successivo al rilevamento di detta anomalia in detto impianto di iniezione (1),;

- confrontare detto indice differenziale di sbilanciamento (D_1) con valore di soglia (D_{TH1});

- rilevare una condizione di iniettore bloccato aperto qualora detto indice differenziale di sbilanciamento (D_1) presenti una prima relazione prefissata detto valore di soglia (D_{TH1}); e

- rilevare una condizione di rottura in detto circuito di alimentazione del combustibile (16, 18) qualora detto indice differenziale di sbilanciamento (D_1) non presenti detta prima relazione prefissata detto valore di soglia (D_{TH1}).

5. Metodo di diagnosi secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detto indice differenziale di sbilanciamento (D_1) è correlato alla differenza fra detto indice di sbilanciamento (IS_1) precedente al rilevamento di detta anomalia in detto impianto di

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

iniezione (1), e detto indice di sbilanciamento (IS_i) successivo al rilevamento di detta anomalia in detto impianto di iniezione (1).

6. Metodo di diagnosi secondo la rivendicazione 4 o 5, caratterizzato dal fatto che detto indice di sbilanciamento (IS_i) successivo al rilevamento di detta anomalia in detto impianto di iniezione (1) è calcolato al termine di un transitorio di funzionamento provocato da detta riduzione della quantità di combustibile iniettata in detti cilindri (4).

7. Metodo di diagnosi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 4 a 6, caratterizzato dal fatto che detto indice di sbilanciamento (IS_i) precedente al rilevamento di detta anomalia in detto impianto di iniezione (1) è calcolato immediatamente prima del rilevamento di detta anomalia in detto impianto di iniezione (1).

8. Metodo di diagnosi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 4 a 7, caratterizzato dal fatto che detta fase di rilevare una condizione di iniettore bloccato aperto comprende la fase di verificare se detto indice differenziale di sbilanciamento (D_i) è maggiore di detto valore di soglia (D_{THi}).

9. Metodo di diagnosi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 4 a 8, caratterizzato dal fatto che

BERGADANO MIRKO
(scrittura: n. 843B)

detta fase di determinare un indice differenziale di sbilanciamento (D_i) comprende le fasi di:

- filtrare detto indice di sbilanciamento (IS_i), generando così un indice di sbilanciamento filtrato (ISF_i); e

- determinare detto indice differenziale (D_i) in funzione di un indice di sbilanciamento (IS_i) successivo al rilevamento di detta anomalia in detto impianto di iniezione (1) ed un indice di sbilanciamento filtrato (ISF_i) precedente al rilevamento di detta anomalia in detto impianto di iniezione (1)

10. Metodo di diagnosi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase di determinare un indice di sbilanciamento (IS_i) per ciascuno di detti cilindri (3) comprende le fasi di:

- filtrare la grandezza (AC_i) correlata al contributo di detto cilindro (4) alla coppia erogata da detto motore (2), generando così una grandezza filtrata (ACF_i) correlata al contributo di detto cilindro (4) alla coppia erogata da detto motore (2); e

- determinare detto indice di sbilanciamento (IS_i) in funzione di detta grandezza filtrata (ACF_i).

11. Metodo di diagnosi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che

BERGADANO MIRKO
iscritto all'Albo n. 8438j

detta fase di rilevare una anomalia in detto impianto di iniezione (1) comprende le fasi di:

- determinare la pressione del combustibile (P_{RAIL}) iniettato da detti iniettori (14);

- confrontare detta pressione del combustibile (P_{RAIL}) con un valore di soglia (P_{MIN});

- rilevare detta anomalia in detto impianto di iniezione (1) qualora detta pressione del combustibile (P_{RAIL}) presenti una prima relazione prefissata con detto valore di soglia (P_{MIN}).

12. Metodo di diagnosi secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detta fase di rilevare una anomalia in detto impianto di iniezione (1) comprende la fase di verificare se detta pressione del combustibile (P_{RAIL}) è minore di detto valore di soglia (P_{MIN}).

13. Metodo di diagnosi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta anomalia in detto impianto di iniezione (1) è costituita da una perdita di combustibile in detto impianto di iniezione (1).

14. Metodo di diagnosi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, per un motore (2) comprendente un sistema di ricircolo dei gas di scarico (8) provvisto di una valvola di regolazione (12),

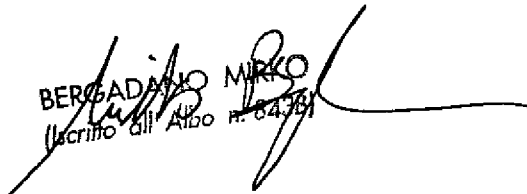
BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre la fase di comandare la chiusura di detta valvola di regolazione (12) al rilevamento di detta anomalia in detto impianto di iniezione (1).

15. Metodo di diagnosi di perdite in un impianto di iniezione ad alta pressione di un motore a combustione interna, sostanzialmente come descritto con riferimento ai disegni allegati.

p.i.: C.R.F. SOCIETÀ CONSORTILE PER AZIONI

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)



BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)



C.C.I.A.A.
Terni

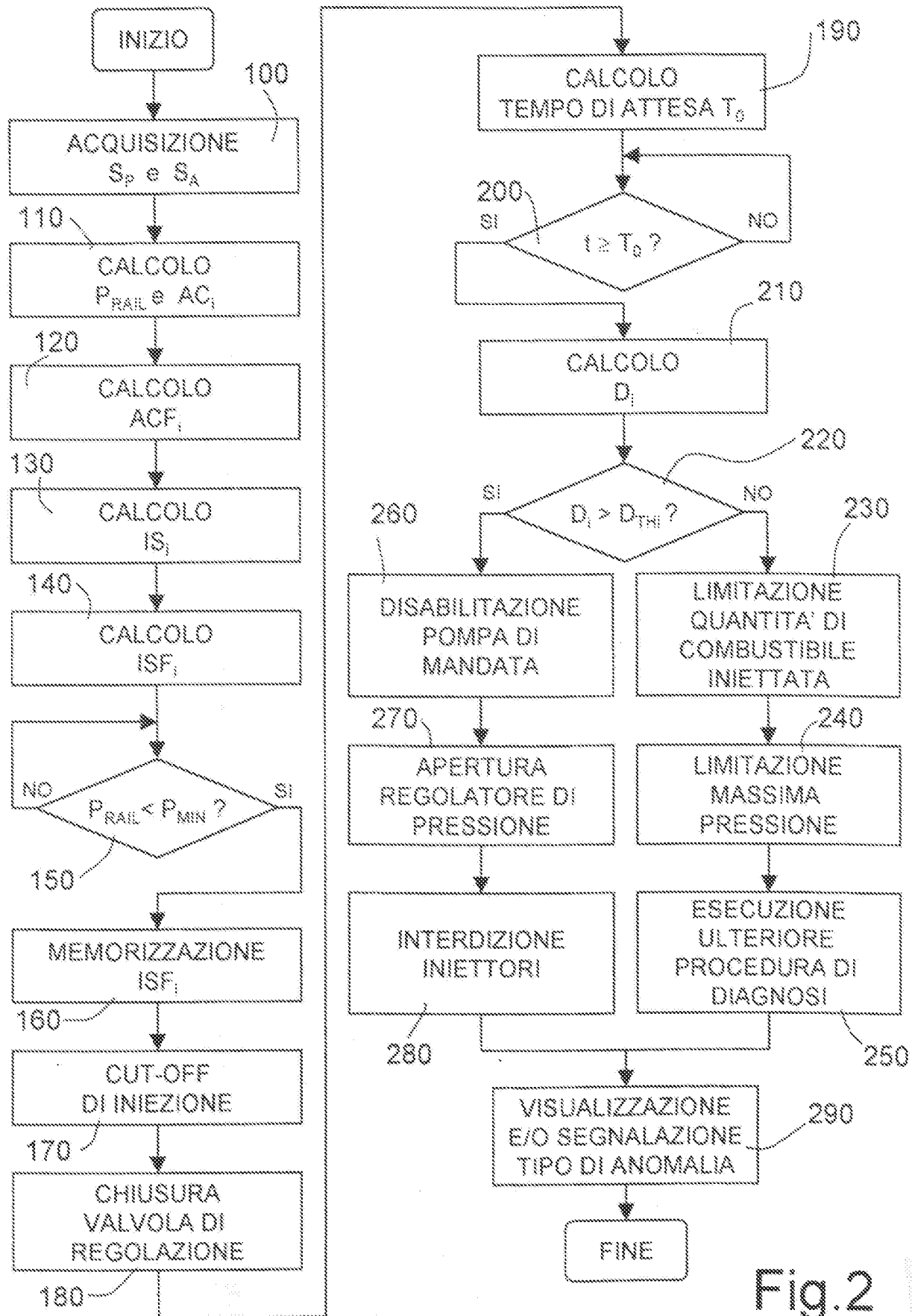


Fig.2

