

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102009901718213A1

Publication Date

20100930

Applicant

MAGNETI MARELLI S.P.A.

Title

POMPA CARBURANTE CON UNA VALVOLA DI MASSIMA PRESSIONE
PERFEZIONATA PER UN SISTEMA DI INIEZIONE DIRETTA

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per Invenzione Industriale dal titolo:

"POMPA CARBURANTE CON UNA VALVOLA DI MASSIMA PRESSIONE
PERFEZIONATA PER UN SISTEMA DI INIEZIONE DIRETTA"

di MAGNETI MARELLI S.P.A.,

di nazionalità italiana,

con sede: VIALE ALDO BORLETTI 61/63

CORBETTA (MI)

Inventori: MANCINI Luca; DE VITA Daniele; MATTIOLI Massimo

*** **

SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad una pompa carburante per un sistema di iniezione diretta.

ARTE ANTERIORE

Un sistema di iniezione diretta comprende una pluralità di iniettori, un canale comune ("common rail") che alimenta il carburante in pressione agli iniettori, una pompa di alta pressione, la quale alimenta il carburante al canale comune mediante un condotto di alimentazione ed è provvista di un dispositivo di regolazione della portata, ed una unità di controllo che pilota il dispositivo di regolazione della portata per mantenere la pressione del carburante all'interno del canale comune pari ad un valore desiderato generalmente variabile nel tempo in funzione delle condizioni di funzionamento del motore.

La pompa di alta pressione comprende almeno una camera di pompaggio all'interno della quale scorre con moto alternativo un pistone, un condotto di aspirazione regolato da una valvola di aspirazione per alimentare il carburante a bassa pressione all'interno della camera di pompaggio, ed un condotto di mandata regolato da una valvola di mandata per alimentare il carburante ad alta pressione fuori dalla camera di pompaggio e verso il canale comune attraverso il condotto di alimentazione. Generalmente, il dispositivo di regolazione della portata agisce sulla valvola di aspirazione mantenendo la valvola di aspirazione stessa aperta anche durante la fase di pompaggio, in modo tale che una parte variabile del carburante presente nella camera di pompaggio ritorni nel condotto di aspirazione e non venga pompata verso il canale comune attraverso il condotto di alimentazione.

Recentemente è stato proposto di realizzare nella pompa di alta pressione un canale di scarico che mette in comunicazione il condotto di mandata con la camera di pompaggio ed è regolato da una valvola di massima pressione unidirezionale che permette unicamente un flusso di carburante unicamente dal condotto di mandata alla camera di pompaggio. La funzione della valvola di massima pressione è di permettere un sfogo del carburante nel caso in cui la pressione del carburante nel canale comune superi

un valore massimo stabilito in fase di progetto (tipicamente nel caso di errori nel controllo effettuato dalla unità di controllo); in altre parole, la valvola di massima pressione è tarata per aprirsi automaticamente quando il salto di pressione ai suoi capi è superiore ad un valore di soglia stabilito in fase di progetto e quindi impedire che la pressione del carburante nel canale comune superi il valore massimo stabilito in fase di progetto.

Normalmente, la valvola di massima pressione comprende un otturatore di forma sferica e mobile lungo il canale di scarico ed una sede valvolare, la quale è atta a venire impegnata a tenuta di fluido dall'otturatore; una molla tarata spinge l'otturatore verso una posizione di impegno a tenuta di fluido della sede valvolare. La forza elastica della molla viene tarata in modo tale che l'otturatore si separi dalla sede valvolare solo quando il salto di pressione ai capi della valvola di massima pressione è superiore al valore di soglia stabilito in fase di progetto.

In funzione del regime del motore, cioè in funzione della portata della pompa di alta pressione la cui frequenza di attuazione è direttamente proporzionale al regime del motore, varia la portata di carburante che deve fluire attraverso il canale di scarico in caso di apertura della valvola di massima pressione; in altre parole, quando

la pompa di alta pressione ha una elevata portata alimenta una elevata quantità di carburante al canale comune e quindi se la pressione del carburante nel canale comune è troppo alta è necessario drenare dal canale comune stesso una corrispondente elevata quantità di carburante che deve fluire attraverso il canale di scarico.

Quando attraverso il canale di scarico deve fluire una elevata portata di carburante la valvola di massima pressione deve presentare una apertura di passaggio ampia e quindi l'otturatore deve allontanarsi molto dalla sede valvolare compiendo uno spostamento lineare abbastanza rilevante determinando una maggiore compressione della molla; invece, quando attraverso il canale di scarico deve fluire una ridotta portata di carburante la valvola di massima pressione deve presentare una apertura di passaggio piccola e quindi l'otturatore deve allontanarsi dalla sede valvolare compiendo uno spostamento lineare abbastanza contenuto determinando una minore compressione della molla. Da quanto sopra descritto appare evidente che tanto maggiore è la portata di carburante che deve fluire attraverso il canale di scarico, tanto maggiore deve essere la dimensione dell'apertura di passaggio della valvola di massima pressione, quindi tanto maggiore deve essere lo spostamento lineare compiuto dall'otturatore, tanto maggiore risulta la compressione della molla, e tanto

maggiore è la forza elastica generata dalla molla sull'otturatore. L'aumento della forza elastica generata dalla molla sull'otturatore comporta inevitabilmente un aumento della pressione del carburante nel canale comunque, in quanto per mantenere la valvola aperta è necessario che la forza idraulica agente sull'otturatore e generata dalla pressione del carburante bilanci la forza elastica agente sull'otturatore e generata dalla molla.

Per riassumere, a ridotti regimi del motore (quindi a basse portate della pompa ad alta pressione) la massima pressione del carburante nel canale comune è più contenuta, mentre ad elevati regimi del motore (quindi ad elevate portate della pompa ad alta pressione) la massima pressione del carburante nel canale comune è più elevata; l'aumento della massima pressione del carburante nel canale comune all'aumentare del regime del motore non è assolutamente trascurabile e può essere anche superiore al 50% della massima pressione del carburante al regime minimo.

Per tenere conto dell'aumento della massima pressione del carburante nel canale comune all'aumentare del regime del motore è necessario dimensionare tutti i componenti (tubazioni, canale comune, sensore di pressione e soprattutto iniettori) per essere in grado di sopportare senza danni la massima pressione possibile del carburante nel canale comune anche se tale sovradimensionamento non

fornisce alcun vantaggio in termini funzionali. Appare quindi evidente che il sovradimensionamento dei componenti legato all'aumento della massima pressione del carburante nel canale comune all'aumentare del regime del motore rappresenta un aggravio di costo e di peso (per rendere i componenti più robusti è necessario aumentare la massa dei componenti stessi) non indifferente che non si traduce in alcun vantaggio funzionale.

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è di realizzare una pompa carburante per un sistema di iniezione diretta, la quale pompa carburante sia priva degli inconvenienti sopra descritti e sia nel contempo di facile ed economica realizzazione.

Secondo la presente invenzione viene realizzata una pompa carburante per un sistema di iniezione diretta secondo quanto rivendicato dalle rivendicazioni allegate.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui:

- la figura 1 è una vista in schematica e con l'asportazione di particolari per chiarezza di un sistema di iniezione diretta di carburante di tipo common rail;

- la figura 2 è una vista in sezione, schematica e con l'asportazione di particolari per chiarezza di una pompa carburante di alta pressione del sistema di iniezione diretta della figura 1 realizzata secondo la presente invenzione; e
- la figura 3 è una vista in scala ingrandita di una valvola di massima pressione della pompa carburante di alta pressione della figura 2.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicato nel suo complesso un sistema di iniezione diretta di carburante di tipo common rail per un motore termico a combustione interna.

Il sistema 1 di iniezione diretta comprende una pluralità di iniettori 2, un canale 3 comune ("common rail") che alimenta il carburante in pressione agli iniettori 2, una pompa 4 di alta pressione, la quale alimenta il carburante al canale 3 comune mediante un condotto 5 di alimentazione ed è provvista di un dispositivo 6 di regolazione della portata, una unità 7 di controllo che mantiene la pressione del carburante all'interno del canale 3 comune pari ad un valore desiderato generalmente variabile nel tempo in funzione delle condizioni di funzionamento del motore, ed una pompa 8 di bassa pressione che alimenta il carburante da un

serbatoio 9 alla pompa 4 di alta pressione mediante un condotto 10 di alimentazione.

L'unità 7 di controllo è accoppiata al dispositivo 6 di regolazione per controllare la portata della pompa 4 di alta pressione in modo da alimentare istante per istante al canale 3 comune la quantità di carburante necessaria ad avere il valore desiderato di pressione all'interno del canale 3 comune stesso; in particolare, l'unità 7 di controllo regola la portata della pompa 4 di alta pressione mediante un controllo in retroazione utilizzando come variabile di retroazione il valore della pressione del carburante all'interno del canale 3 comune, valore della pressione rilevato in tempo reale da un sensore 11 di pressione.

Secondo quanto illustrato nella figura 2, la pompa 4 di alta pressione comprende un corpo 12 principale che presenta un asse 13 longitudinale e definisce al suo interno una camera 14 di pompaggio di forma cilindrica. All'interno della camera 14 di pompaggio è montato scorrevole un pistone 15 che spostandosi di moto alternativo lungo l'asse 13 longitudinale determina una ciclica variazione del volume della camera 14 di pompaggio. Una porzione inferiore del pistone 15 è da un lato accoppiata ad una molla 16 che tende a spingere il pistone 15 verso una posizione di massimo volume della camera 14 di

pompaggio e dall'altro lato è accoppiata ad un eccentrico (non illustrato) che viene portato in rotazione da un albero motore del motore per spostare ciclicamente il pistone 15 verso l'alto comprimendo la molla 16.

Da una parete laterale della camera 14 di pompaggio si origina un canale 17 di aspirazione che è collegato alla pompa 8 di bassa pressione mediante il condotto 10 di alimentazione ed è regolato da una valvola 18 di aspirazione disposta in corrispondenza della camera 14 di pompaggio. La valvola 18 di aspirazione comprende un disco 19 presentante una serie di fori 20 passanti attraverso i quali può fluire il carburante ed una lamina 21 deformabile di forma circolare che si appoggia ad una base del disco 19 chiudendo il passaggio attraverso i fori 20. La valvola 18 di aspirazione è normalmente comandata in pressione ed in assenza di interventi esterni la valvola 18 di aspirazione è chiusa quando la pressione del carburante nella camera 14 di pompaggio è superiore alla pressione del carburante nel canale 17 di aspirazione ed è aperta quando la pressione del carburante nella camera 14 di pompaggio è inferiore alla pressione del carburante nel canale 17 di aspirazione. In particolare, quando il carburante fluisce verso la camera 14 di pompaggio la lamina 21 si deforma allontanandosi dal disco 19 sotto la spinta del carburante permettendo il passaggio del carburante attraverso i fori 20; invece

quando il carburante fluisce dalla camera 14 di pompaggio la lamina 21 si schiaccia contro il disco 19 sigillando i fori 20 e quindi impedendo il passaggio del carburante attraverso i fori 20.

Da una parete laterale della camera 14 di pompaggio e dal lato opposto rispetto al canale 17 di aspirazione si origina un canale 22 di mandata che è collegato al canale 3 comune mediante il condotto 5 di alimentazione ed è regolato da una valvola 23 di mandata monodirezionale che è disposta in corrispondenza della camera 14 di pompaggio e permette unicamente un flusso di carburante in uscita dalla camera 14 di pompaggio.

La valvola 23 di mandata comprende un otturatore 24 di forma sferica e mobile lungo il canale 15 di scarico ed una sede 25 valvolare, la quale è atta a venire impegnata a tenuta di fluido dall'otturatore 24 ed è disposta all'estremità del canale 22 di mandata comunicante con la camera 14 di pompaggio; una molla 26 tarata spinge l'otturatore 24 verso una posizione di impegno a tenuta di fluido della sede 25 valvolare. La valvola 23 di mandata è comandata in pressione, in quanto le forze originate dalle differenze di pressione ai capi della valvola 23 di mandata sono molto maggiori della forza generata dalla molla 26; in particolare, la valvola 23 di mandata è aperta quando la pressione del carburante nella camera 14 di pompaggio è

superiore alla pressione del carburante nel canale 22 di mandata ed è chiusa quando la pressione del carburante nella camera 14 di pompaggio è inferiore alla pressione del carburante nel canale 22 di mandata.

Il dispositivo 6 di regolazione è accoppiato alla valvola 18 di aspirazione per permettere alla unità 7 di controllo di mantenere la valvola 18 di aspirazione aperta durante una fase di pompaggio del pistone 15 e quindi consentire un flusso di carburante in uscita dalla camera 14 di pompaggio attraverso il canale 17 di aspirazione. Il dispositivo 6 di regolazione comprende una asta 27 di comando, la quale è accoppiata alla lamina 21 della valvola 18 di aspirazione mediante un foro centrale passante ricavato attraverso il disco 19 ed è mobile tra una posizione passiva, in cui permette alla lamina 21 di impegnare a tenuta di fluido il disco 19 per sigillare i fori 20, ed una posizione attiva, in cui non permette alla lamina di impegnare a tenuta di fluido il disco 19 lasciando aperti i fori 20. Il dispositivo 6 di regolazione comprende, inoltre, un attuatore 28 elettromagnetico, il quale è accoppiato all'asta 27 di comando per spostare l'asta 27 di comando tra la posizione attiva e la posizione passiva. L'attuatore 28 elettromagnetico comprende una molla 29 che mantiene l'asta 27 di comando nella posizione attiva, ed un elettromagnete 30 pilotato dall'unità 7 di

controllo ed atto a spostare l'asta 27 di comando nella posizione passiva attirando magneticamente una ancora 31 ferromagnetica solidale all'asta 27 di comando; in particolare, quando l'elettromagnete 30 è eccitato, l'asta 27 di comando è richiamata nella citata posizione passiva e la comunicazione tra il canale 17 di aspirazione e la camera 14 di pompaggio può venire interrotta dalla chiusura della valvola 18 di aspirazione.

Da una parete superiore della camera 14 di pompaggio si origina un canale 32 di scarico, il quale mette in comunicazione la camera 14 di pompaggio con il canale 22 di mandata ed è regolato da una valvola 33 di massima pressione monodirezionale che permette unicamente un flusso di carburante in ingresso alla camera 14 di pompaggio. La funzione della valvola 33 di massima pressione è di permettere un sfogo del carburante nel caso in cui la pressione del carburante nel canale 3 comune superi un valore massimo stabilito in fase di progetto (tipicamente nel caso di errori nel controllo effettuato dalla unità 7 di controllo); in altre parole, la valvola 33 di massima pressione è tarata per aprirsi automaticamente quando il salto di pressione ai suoi capi è superiore ad un valore di soglia stabilito in fase di progetto e quindi impedire che la pressione del carburante nel canale 3 comune superi il valore massimo stabilito in fase di progetto.

Secondo quanto illustrato nella figura 3, la valvola 33 di massima pressione comprende un otturatore 34 di forma sferica e mobile lungo il canale 32 di scarico ed una sede 35 valvolare, la quale è atta a venire impegnata a tenuta di fluido dall'otturatore 34; una molla 36 tarata spinge l'otturatore 34 verso una posizione di impegno a tenuta di fluido della sede 35 valvolare. La forza elastica della molla 36 viene tarata in modo tale che l'otturatore 34 si separi dalla sede 35 valvolare solo quando il salto di pressione ai capi della valvola 33 di massima pressione è superiore al valore di soglia stabilito in fase di progetto.

Inoltre, la valvola 33 di massima pressione comprende un piattello 37 calibrato che determina localmente una riduzione della sezione 38 di passaggio del carburante attraverso il canale 32 di scarico; la dimensione (cioè il diametro) del piattello 37 calibrato viene determinata in modo tale da ottenere in corrispondenza del piattello 37 calibrato una sezione 38 anulare di passaggio del carburante avente una area limitata e pari ad un valore desiderato. Secondo la forma di attuazione illustrata nella figura 3, il piattello 37 calibrato è interposto tra una estremità della molla 36 ed una estremità dell'otturatore 34 ed è appoggiato sia al piattello 37, sia alla molla 36; in particolare, il piattello 37 calibrato è provvisto di

uno stelo 39 che è solidale al piattello 37 calibrato, è infilato all'interno della molla 36 ed ha sia la funzione di impedire rotazioni indesiderate del piattello 37, sia di costituire un fine corsa di massima apertura per l'otturatore 34 (cioè quando l'estremità dello stelo 39 opposta al piattello 37 si appoggia alla parete di fondo del canale 32 di scarico viene arrestata la corsa di apertura dell'otturatore 34). Secondo una diversa forma di attuazione non illustrata, il piattello 37 calibrato è solidale (ad esempio è saldato) all'otturatore 34, oppure è solidale (ad esempio è saldato) alla molla 36; in questo caso il piattello 37 calibrato potrebbe anche non essere interposto tra l'otturatore 34 e la molla 36.

Quando la valvola 33 di massima pressione si apre per effetto della eccessiva pressione del carburante nel condotto 3 comune, in corrispondenza della riduzione della sezione 38 di passaggio dovuta alla presenza del piattello 37 calibrato si verifica localmente una perdita di carico significativa che determina tra monte e valle del piattello 37 calibrato una corrispondente differenza di pressione (cioè la pressione del carburante a monte del piattello 37 calibrato è significativamente maggiore della pressione del carburante a valle del piattello 37 calibrato); tale differenza di pressione genera sul piattello 37 calibrato (e quindi sulla molla 36 che è appoggiata al piattello 37

calibrato) una forza di origine idraulica che comprime ulteriormente la molla 36 e quindi che contribuisce all'apertura della valvola 33 di massima pressione.

E' importante osservare che la perdita di carico che si verifica localmente a cavallo del piattello 37 calibrato non è costante, ma è proporzionale alla portata di carburante che fluisce attraverso il canale 32 di scarico; cioè tanto più elevata è la portata di carburante che fluisce attraverso il canale 32 di scarico, tanto più elevata è la perdita di carico che si verifica localmente a cavallo del piattello 37 calibrato e quindi tanto più elevata è la forza di origine idraulica che insiste sul piattello 37 calibrato e comprime ulteriormente la molla 36.

Dimensionando opportunamente la dimensione (cioè il diametro) del piattello 37 calibrato è possibile fare in modo che la forza di origine idraulica che insiste sul piattello 37 calibrato e viene generata dalla perdita di carico a cavallo del piattello 37 calibrato sia all'incirca pari all'aumento della forza elastica generata dalla molla 36 dovuta alla compressione della molla 36 che si verifica obbligatoriamente quando la valvola 33 di massima pressione si apre. Di conseguenza, all'aumentare del grado di apertura della valvola 33 di massima pressione, cioè all'aumentare della distanza tra l'otturatore 34 e la sede

35 valvolare, aumenta progressivamente la forza elastica generata dalla molla 36 in quanto aumenta progressivamente la compressione della molla 36 ma nello stesso tempo aumenta progressivamente anche la forza di origine idraulica che insiste sul piattello 37 calibrato e viene generata dalla perdita di carico a cavallo del piattello 37 calibrato in quanto aumenta la portata di carburante che fluisce attraverso il canale 32 di scarico. Avendo la forza di origine idraulica che insiste sul piattello 37 calibrato un verso contrario rispetto alla forza elastica generata dalla molla 36, l'aumento progressivo della forza elastica generata dalla molla 36 viene compensato dall'aumento progressivo della forza di origine idraulica che insiste sul piattello 37 calibrato e quindi la spinta complessiva che agisce sull'otturatore 34 rimane all'incirca costante al variare del grado di apertura della valvola 33 di massima pressione, cioè all'aumentare della distanza tra l'otturatore 34 e la sede 35 valvolare; rimanendo costante la spinta complessiva che agisce sull'otturatore 34 al variare del grado di apertura della valvola 33 di massima pressione, rimane costante anche la pressione del carburante a valle della valvola 33 di massima pressione, cioè rimane costante la pressione del carburante nel condotto 10 di alimentazione di mandata e quindi nel canale 3 comune.

Per riassumere quanto sopra descritto, grazie alla presenza del piattello 37 calibrato è possibile rendere all'incirca costante la spinta complessiva che agisce sull'otturatore 34 al variare del grado di apertura della valvola 33 di massima pressione; in questo modo, la massima pressione del carburante nel canale 3 comune rimane all'incirca costante al variare del regime del motore, cioè al variare della portata istantanea della pompa 4 di alta pressione.

Secondo quanto illustrato nella figura 2, il canale 17 di aspirazione collega il condotto 10 di alimentazione alla camera 14 di pompaggio, è regolato dalla valvola 18 di aspirazione (disposta in corrispondenza della camera 14 di pompaggio) e si sviluppa parzialmente all'interno del corpo 12 principale. Secondo una preferita forma di attuazione, lungo il canale 17 di aspirazione (quindi a monte della valvola 18 di aspirazione) è disposta una camera 40 di compensazione, all'interno della quale sono disposti dei corpi 41 compensatori deformabili elasticamente (o meglio comprimibili elasticamente). La funzione dei corpi 41 compensatori disposti nella camera 40 di compensazione è di attenuare le fluttuazioni (pulsazioni) della portata del carburante lungo il condotto 10 di alimentazione. L'alimentazione del carburante all'interno della camera 14 di pompaggio avviene in modo estremamente discontinuo, cioè

presenta dei momenti in cui il carburante entra nella camera 14 di pompaggio (durante la fase di aspirazione con la valvola 18 di aspirazione aperta), presenta dei momenti in cui il carburante non entra e non esce nella/dalla camera 14 di pompaggio (durante la fase di pompaggio con la valvola 18 di aspirazione chiusa), e presenta dei momenti in cui il carburante esce dalla camera 14 di pompaggio (durante la fase di pompaggio con la valvola 18 di aspirazione aperta per effetto dell'azione del dispositivo 6 di regolazione). Tali discontinuità della alimentazione del carburante all'interno della camera 14 di pompaggio vengono in parte attenuate dalla variazione del volume dei corpi 41 compensatori disposti nella camera 40 di compensazione e quindi la portata del carburante attraverso il condotto 10 di alimentazione può essere più continua, cioè meno pulsante (ovvero le pulsazioni rimangono ma presentano una ampiezza ridotta).

Inoltre, all'interno del corpo 12 principale è ricavato una camera 42 di raccolta, la quale è disposta al di sotto della camera 14 di pompaggio ed è attraversata da una porzione intermedia del pistone 15 che è conformata in modo tale da variare ciclicamente il volume della camera 42 di raccolta per effetto del proprio movimento alternativo. In particolare, la porzione intermedia del pistone 15 che si trova all'interno della camera 42 di raccolta è

conformata come la porzione superiore del pistone 15 che si trova all'interno della camera 14 di pompaggio in modo tale che quando il pistone 15 si sposta la variazione di volume che si verifica nella camera 42 di raccolta per effetto dello spostamento del pistone 15 è uguale e contraria alla variazione di volume che si verifica nella camera 14 di pompaggio per effetto dello spostamento del pistone 15.

La camera 42 di raccolta è collegata al canale 17 di aspirazione mediante un canale 43 di collegamento che sfocia in corrispondenza della valvola 18 di aspirazione. Inoltre, al di sotto della camera 42 di raccolta è prevista una guarnizione 44 di tenuta anulare, la quale è disposta attorno ad una porzione inferiore del pistone 15 ed ha la funzione di impedire trafileamenti di carburante lungo la parete laterale del pistone 15. Secondo una preferita forma di attuazione, la camera 42 di raccolta è delimitata superiormente e lateralmente da una superficie inferiore del corpo 12 principale ed è delimitata inferiormente da un tappo 45 anulare che è lateralmente saldato al corpo 12 principale. Il tappo 45 anulare presenta centralmente una sede che alloggia la guarnizione 44 di tenuta anulare. Inoltre, la molla 26 risulta compressa tra una parete inferiore del tappo 45 anulare ed una parete superiore di una espansione 46 anulare solidale all'estremità inferiore del pistone 15; in questo modo, la molla 26 è disposta

all'esterno del corpo 12 principale e quindi è sia ispezionabile visivamente, sia completamente isolata dal carburante.

In uso, una prima funzione della camera 42 di raccolta è di raccogliere il carburante che inevitabilmente trafila dalla camera 14 di pompaggio lungo la parete laterale del pistone 15 durante la fase di pompaggio. Tali trafile di carburante arrivano nella camera 42 di raccolta e quindi da questa vengono reindirizzati verso la camera 14 di pompaggio attraverso il canale 43 di collegamento. La presenza della guarnizione 44 di tenuta anulare disposta al di sotto della camera 42 di raccolta impedisce ulteriori trafile di carburante lungo la parete laterale del pistone 15 fuori dalla camera 42 di raccolta stessa. E' importante osservare che il carburante nella camera 42 di raccolta è a bassa pressione e quindi la guarnizione 44 di tenuta anulare non è sottoposta a sollecitazioni elevate.

In uso, una ulteriore funzione della camera 42 di raccolta è di contribuire alla compensazione delle pulsazioni della portata del carburante: quando il pistone 15 sale riducendo il volume della camera 14 di pompaggio, il carburante espulso dalla camera 14 di pompaggio attraverso la valvola 18 di aspirazione che viene tenuta aperta dal dispositivo 6 di regolazione può fluire verso la camera 42 di raccolta in quanto la salita del pistone 15

aumenta il volume della camera 42 di raccolta di una quantità pari alla corrispondente riduzione del volume della camera 14 di pompaggio. Quando il pistone 15 sale riducendo il volume della camera 14 di pompaggio e la valvola 18 di aspirazione è chiusa, l'aumento di volume della camera 42 di raccolta determina una aspirazione di carburante all'interno della camera 42 di raccolta dal canale 17 di aspirazione. Quando il pistone 15 scende aumenta il volume della camera 14 di pompaggio e riduce, di una stessa quantità, il volume della camera 42 di raccolta; in questa situazione, il carburante che viene espulso dalla camera 42 di raccolta per effetto della diminuzione di volume della camera 42 di raccolta stessa viene aspirato dalla camera 14 di pompaggio per effetto dell'aumento di volume della camera 14 di pompaggio stessa.

In altre parole, si verifica ciclicamente uno scambio di carburante tra la camera 42 di raccolta (che si riempie quando il pistone 15 sale durante la fase di pompaggio e si svuota quando il pistone 15 scende durante la fase di aspirazione) e la camera 14 di pompaggio (che si svuota quando il pistone 15 sale durante la fase di pompaggio e si riempie quando il pistone 15 scende durante la fase di aspirazione). Per ottimizzare tale scambio di carburante tra la camera 42 di raccolta e la camera 14 di pompaggio è fondamentale che il movimento del pistone 15 determini

nella camera 42 di raccolta una variazione di volume uguale e contraria alla variazione di volume nella camera 14 di pompaggio.

Grazie al sopra descritto scambio ciclico di carburante tra la camera 42 di raccolta e la camera 14 di pompaggio è possibile ottenere una riduzione molto elevata nelle pulsazioni del carburante all'interno del condotto 10 di alimentazione; alcune simulazioni teoriche hanno previsto che la riduzione nelle pulsazioni del carburante all'interno del condotto 10 di alimentazione può superare il 50% (cioè l'ampiezza delle pulsazioni è più che dimezzata rispetto ad un analogo pompa di alta pressione priva del sopra descritto scambio ciclico di carburante).

Secondo una preferita forma di attuazione, lungo il condotto 10 di alimentazione a valle della pompa 8 di bassa pressione è inserita una valvola 47 di sovrappressione, la quale serve a scaricare il carburante dal condotto 10 di alimentazione al serbatoio 9 quando la pressione all'interno del condotto 10 di alimentazione supera un valore di soglia prefissato per effetto del flusso di ritorno del carburante dalla camera 14 di pompaggio. La funzione della valvola 47 di sovrappressione è di evitare che la pressione all'interno del condotto 10 di alimentazione possa raggiungere valori relativamente elevati che potrebbero nel tempo portare alla rottura della

pompa 8 di bassa pressione.

Per riassumere, la pompa 4 di alta pressione sopra descritta presenta numerosi vantaggi, in quanto è di semplice ed economica realizzazione (le modifiche apportare rispetto ad una pompa di alta pressione note sono poche e di facile costruzione), presenta una valvola 33 di massima pressione avente una pressione di lavoro sostanzialmente costante al variare del regime del motore (cioè al variare della portata della pompa 4 di alta pressione), e presenta delle pulsazioni molto attenuate nel condotto 10 di alimentazione.

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

1) Pompa (1) carburante per un sistema di iniezione diretta comprendente:

almeno una camera (14) di pompaggio;

un pistone (15) che è montato scorrevole all'interno della camera (14) di pompaggio per varare ciclicamente il volume della camera (14) di pompaggio;

un canale (17) di aspirazione collegato alla camera (14) di pompaggio e regolato da una valvola (18) di aspirazione;

un canale (22) di mandata collegato alla camera (14) di pompaggio e regolato da una valvola (23) di mandata monodirezionale che permette unicamente un flusso di carburante in uscita dalla camera (14) di pompaggio; ed

un canale (32) di scarico regolato da una valvola (33) di massima pressione monodirezionale che si apre quando la pressione del carburante supera un valore di soglia e comprende un otturatore (34) mobile lungo il canale (32) di scarico, una sede (35) valvolare atta a venire impegnata a tenuta di fluido dall'otturatore (34), ed una molla (36) tarata per spingere l'otturatore (34) verso una posizione di impegno a tenuta di fluido della sede (35) valvolare;

la pompa (1) carburante è **caratterizzata dal fatto che** la valvola (33) di massima pressione comprende un piattello (37) calibrato che determina localmente una riduzione della

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987)

sezione (38) di passaggio del carburante attraverso il canale (32) di scarico.

2) Pompa (1) carburante secondo la rivendicazione 1, in cui la dimensione del piattello (37) calibrato viene determinata in modo tale che una forza di origine idraulica che insiste sul piattello (37) calibrato e viene generata dalla perdita di carico a cavallo del piattello (37) calibrato sia all'incirca pari all'aumento di una forza elastica generata dalla molla (36) dovuta alla compressione della molla (36) che si verifica quando la valvola (33) di massima pressione si apre; la forza di origine idraulica che insiste sul piattello (37) calibrato ha un verso contrario rispetto alla forza elastica generata dalla molla (36) e quindi all'aumentare del grado di apertura della valvola (33) di massima pressione l'aumento progressivo della forza elastica generata dalla molla (36) viene all'incirca compensato dall'aumento progressivo della forza di origine idraulica che insiste sul piattello (37) calibrato.

3) Pompa (1) carburante secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui la spinta complessiva che agisce sull'otturatore (34) rimane all'incirca costante al variare del grado di apertura della valvola (33) di massima pressione, cioè all'aumentare della distanza tra l'otturatore (34) e la sede (35) valvolare.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987)

4) Pompa (1) carburante secondo una delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui il piattello (37) calibrato è interposto tra una estremità della molla (36) ed una estremità dell'otturatore (34).

5) Pompa (1) carburante secondo la rivendicazione 4, in cui il piattello (37) calibrato è appoggiato sia al piattello (37), sia alla molla (36).

6) Pompa (1) carburante secondo la rivendicazione 5, in cui il piattello (37) calibrato è provvisto di uno stelo (39) che è infilato all'interno della molla (36).

7) Pompa (1) carburante secondo una delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui il piattello (37) calibrato è solidale all'otturatore (34) oppure è solidale alla molla (36).

8) Pompa (1) carburante secondo una delle rivendicazioni da 1 a 7, in cui il canale (32) di scarico mette in comunicazione il canale (22) di mandata con la camera (14) di pompaggio; la valvola (33) di massima pressione monodirezionale permette unicamente un flusso di carburante in ingresso alla camera (14) di pompaggio.

9) Pompa (1) carburante secondo una delle rivendicazioni da 1 a 8, in cui la valvola (18) di aspirazione comprende un disco (19) presentante una serie di fori (20) passanti attraverso i quali può fluire il carburante ed una lamina (21) deformabile di forma

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987)

circolare che si appoggia ad una base del disco (19) chiudendo il passaggio attraverso i fori (20); quando il carburante fluisce verso la camera (14) di pompaggio la lamina (21) si deforma allontanandosi dal disco (19) sotto la spinta del carburante permettendo il passaggio del carburante attraverso i fori (20); quando il carburante fluisce dalla camera (14) di pompaggio la lamina (21) si schiaccia contro il disco (19) sigillando i fori (20) e quindi impedendo il passaggio del carburante attraverso i fori (20).

10) Pompa (1) carburante secondo la rivendicazione 9 e comprendente un dispositivo (6) di regolazione che è accoppiato alla valvola (18) di aspirazione per permettere di mantenere la valvola (18) di aspirazione aperta durante una fase di pompaggio del pistone (15) e quindi consentire un flusso di carburante in uscita dalla camera (14) di pompaggio attraverso il canale (17) di aspirazione; il dispositivo (6) di regolazione comprende una asta (27) di comando, la quale è accoppiata alla lamina (21) della valvola (18) di aspirazione ed è mobile tra una posizione passiva, in cui permette alla lamina (21) di impegnare a tenuta di fluido il disco (19) per sigillare i fori (20), ed una posizione attiva, in cui non permette alla lamina di impegnare a tenuta di fluido il disco (19) lasciando aperti i fori (20).

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987)

11) Pompa (1) carburante secondo una delle rivendicazioni da 1 a 10 e comprendente una camera (40) di compensazione, la quale è disposta lungo il canale (17) di aspirazione ed alloggia almeno un corpo (41) compensatore deformabile elasticamente per attenuare le pulsazioni della portata del carburante.

12) Pompa (1) carburante secondo una delle rivendicazioni da 1 a 11 e comprendente:

una camera (42) di raccolta, la quale è disposta al di sotto della camera (14) di pompaggio ed è attraversata da una porzione intermedia del pistone (15) che è conformata in modo tale da variare ciclicamente il volume della camera (42) di raccolta per effetto del proprio movimento alternativo; ed

un canale (43) di collegamento, che collega la camera (42) di raccolta al canale (17) di aspirazione.

13) Pompa (1) carburante secondo la rivendicazione 12, in cui la porzione intermedia del pistone (15) che si trova all'interno della camera (42) di raccolta è conformata come la porzione superiore del pistone (15) che si trova all'interno della camera (14) di pompaggio in modo tale che quando il pistone (15) si sposta la variazione di volume che si verifica nella camera (42) di raccolta per effetto dello spostamento del pistone (15) è uguale e contraria alla variazione di volume che si verifica nella camera (14)

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987)

di pompaggio per effetto dello spostamento del pistone (15).

14) Pompa (1) carburante secondo la rivendicazione 12 o 13, in cui il canale (43) di collegamento sfocia in corrispondenza della valvola (18) di aspirazione.

15) Pompa (1) carburante secondo la rivendicazione 12, 13 o 14, in cui al di sotto della camera (42) di raccolta è prevista una guarnizione (44) di tenuta anulare, la quale è disposta attorno ad una porzione inferiore del pistone (15) ed ha la funzione di impedire trafileamenti di carburante lungo la parete laterale del pistone (15).

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

Matteo MACCAGNAN

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987)

C L A I M S

1) Fuel pump (1) for a direct injection system comprising:

at least one pumping chamber (14);

a piston (15) which is mounted sliding inside the pumping chamber (14) in order to vary cyclically the volume of the pumping chamber (14);

an intake duct (17) connected to the pumping chamber (14) and regulated by an inlet valve (18);

a delivery duct (22) connected to the pumping chamber (14) and regulated by a one-way delivery valve (23) which allows exclusively a fuel flow outgoing from the pumping chamber (14); and

an exhaust duct (32) regulated by a one-way maximum pressure valve (33), which opens when the fuel pressure is higher than a threshold value and comprises a mobile shutter (34) along the exhaust duct (32), a valve seat (35) engaged in a fluid-tight manner by the shutter (34), and a calibrated spring (36) to push the shutter (34) towards a fluid-tight engagement position of the valve seat (35);

the fuel pump (1) is **characterised in that** the maximum pressure valve (33) comprises a gauged cap (37) which determines locally a reduction of the passage section (38) of the fuel through the exhaust duct (32).

2) Fuel pump (1) according to claim 1, wherein the

dimension of the gauged cap (37) is determined in such a way that a force of hydraulic origin, insisting on the gauged cap (37) and generated by the load loss astride of the gauged cap (37), is more or less equal to the increase of an elastic force generated by the spring (36), due to the compression of the spring (36) and occurring when the maximum pressure valve (33) opens; the force of hydraulic origin, insisting on the gauged cap (37) has an opposite direction with respect to the elastic force generated by the spring (36) and, therefore, when the degree of opening of the maximum pressure valve (33) increases, the progressive increase of the elastic force generated by the spring (36) is more or less compensated by the progressive increase of the force of hydraulic origin, insisting on the gauged cap (37).

3) Fuel pump (1) according to claim 1 or 2, wherein the total thrust acting on the shutter (34) remains more or less constant when the degree of opening of the maximum pressure valve (33) varies, i.e. when the distance between the shutter (34) and the valve seat (35) increases.

4) Fuel pump (1) according to one of the claims from 1 to 3, wherein the gauged cap (37) is interposed between an end of the spring (36) and an end of the shutter (34).

5) Fuel pump (1) according to claim 4, wherein the gauged cap (37) leans both on the cap (37) and on the

spring (36).

6) Fuel pump (1) according to claim 5, wherein the gauged cap (37) is provided with a stem (39) which is inserted inside the spring (36).

7) Fuel pump according to one of the claims from 1 to 4, wherein the gauged cap (37) is integral to the shutter (34) or is integral to the spring (36).

8) Fuel pump (1) according to one of the claims from 1 to 7, wherein the exhaust duct (32) connects the delivery duct (22) with the pumping chamber (14); the one-way maximum pressure valve (33) allows exclusively a fuel flow going into the pumping chamber (14).

9) Fuel pump (1) according to one of the claims from 1 to 8, wherein the inlet valve (18) comprises a disc (19) presenting a series of through holes (20), through which the fuel can flow, and a circle-shaped deformable lamina (21), which leans on a base of the disc (19) closing the passage through the holes (20); when the fuel flows towards the pumping chamber (14), the lamina (21) buckles moving away from the disc (19) under the thrust of the fuel and allowing the passage of the fuel through the holes (20); when the fuel flows from the pumping chamber (14), the lamina (21) is squashed against the disc (19) sealing the holes (20) and, therefore, avoiding the passage of fuel through the holes (20).

10) Fuel pump according to claim 9 and comprising a regulation device (6) which is coupled to the inlet valve (18) to allow keeping the inlet valve (18) open during a pumping phase of the piston (15) and, therefore, to allow a fuel flow outgoing from the pumping chamber (14) through the intake duct (17); the regulation device (6) comprises a control rod (27) which is coupled to the lamina (21) of the inlet valve (18) and can be moved between a passive position, in which it allows the lamina (21) to engage the disc (19) fluid-tightly to seal the holes (20), and an active position, in which it does not allow the lamina (21) to engage the disc (19) fluid-tightly leaving the holes (20) open.

11) Fuel pump (1) according to one of the claims from 1 to 10 and comprising a compensation chamber (40) which is arranged along the intake duct (17) and houses at least one compensating body (41) which can be elastically deformed to attenuate the pulsations of the flow rate of the fuel.

12) Fuel chamber (1) according to one of the claims from 1 to 11 and comprising:

a collecting chamber (42) which is arranged under the pumping chamber (14) and is crossed by a middle portion of the piston (15), which is configured in such a way that, due to its alternative movement, the volume of the collecting chamber (42) varies cyclically; and

a connection duct (43) connecting the collecting chamber (42) to the intake duct (17).

13) Fuel pump (1) according to claim 12, wherein the middle portion of the piston (15), which is located inside the collecting chamber (42), is configured as the upper portion of the piston (15), which is located inside the pumping chamber (14), so that when the piston (15) moves, the volume variation occurring in the collecting chamber (42), due to the movement of the piston (15), is equal and contrary to the volume variation occurring in the pumping chamber (14), due to the movement of the piston (15).

14) Fuel pump (1) according to claim 12 or 13, wherein the connection duct (43) leads in correspondence of the inlet valve (18).

15) Fuel pump (1) according to claim 12, 13 or 14, wherein an annular seal (44) is arranged under the collecting chamber (42) around a lower portion of the piston (15) and having the function of avoid fluid leakages along the side wall of the piston (15).

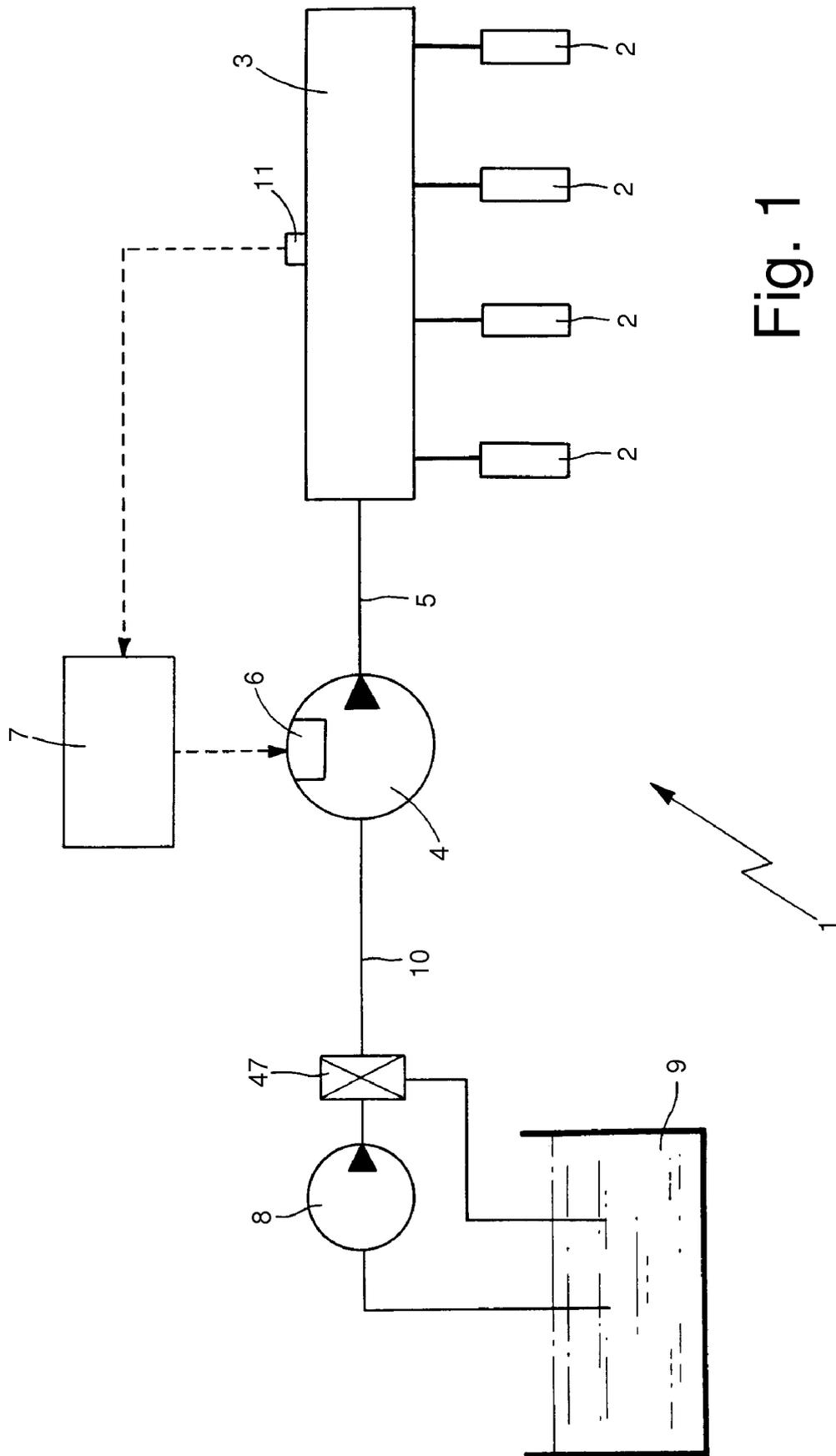


Fig. 1

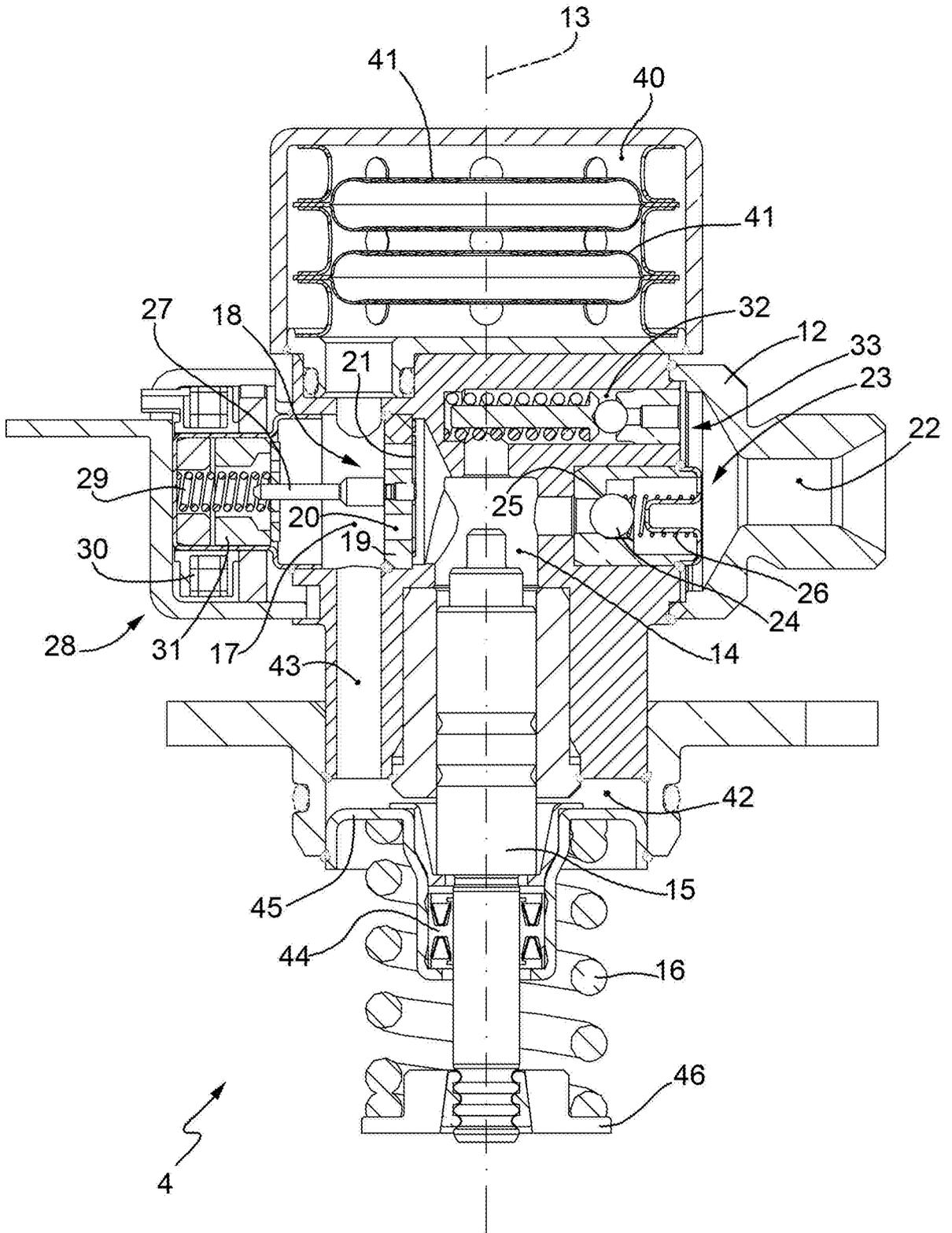


FIG.2

p.i. MAGNETI MARELLI S.P.A.
Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo nr. 987)

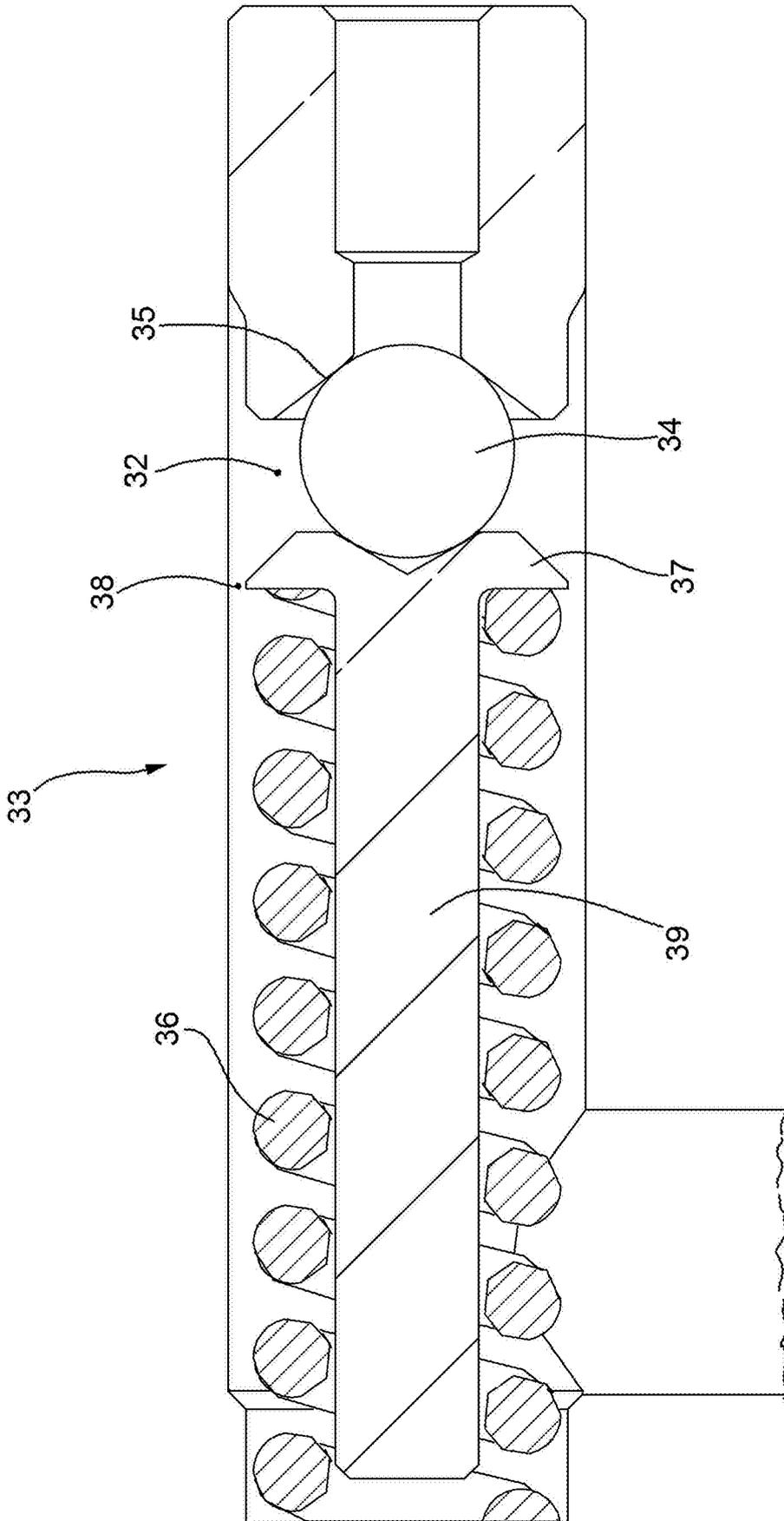


FIG.3