

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901968350A1

Publication Date

20130129

Applicant

MAGNETI MARELLI S.P.A.

Title

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE DI CARBURANTE PER UN MOTORE A
COMBUSTIONE INTERNA PROVVISIO DI UN DISPOSITIVO DI
RISCALDAMENTO MEDIANTE MICROONDE DI CARBURANTE

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per Invenzione Industriale dal titolo:

"SISTEMA DI ALIMENTAZIONE DI CARBURANTE PER UN MOTORE A
COMBUSTIONE INTERNA PROVVISIO DI UN DISPOSITIVO DI
RISCALDAMENTO MEDIANTE MICROONDE DI CARBURANTE"

di MAGNETI MARELLI S.P.A.,

di nazionalità italiana,

con sede: VIALE ALDO BORLETTI 61/63

CORBETTA (MI)

Inventori: WINDLIN Fernando, BELLATO Nazario, ALEGRE
Guilherme, MOURA Thomas, DIMEO Alfonso

*** **

SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un sistema di
alimentazione di carburante per un motore a combustione
interna provvisto di un dispositivo di riscaldamento
mediante microonde di carburante.

ARTE ANTERIORE

Alcuni carburanti alternativi composti da miscele di
carburanti tradizionali (benzina o gasolio) con altri
composti come, ad esempio, i composti di origine vegetale
(ad esempio etanolo o alcol etilico oppure olio di colza)
per potere dare luogo alla combustione all'interno di un
cilindro di un motore a combustione interna devono avere
una temperatura superiore ad una temperatura di soglia di

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

accensione denominata "punto di infiammabilità" ("flash point"), in quanto quando la temperatura è inferiore al punto di infiammabilità il carburante non è in grado di accendersi.

Il punto di infiammabilità è una proprietà di tutti i combustibili: per la benzina il punto di infiammabilità è di circa -65°C , mentre per l'alcol il punto di infiammabilità è di 13°C . Quindi il punto di infiammabilità di una qualsiasi miscela di benzina e alcol sarà compreso tra -65°C e 13°C secondo la percentuale della miscela. Nel mercato sono disponibili diverse miscele di benzina ed alcol come carburanti per motori a combustione interna operanti secondo il ciclo Otto, denominate dalla lettera "E" seguita dalla percentuale di etanolo (alcol etilico), ovvero E5, E7, E10, E15, E20, E25, E70, E75, E85, ED95 ed infine E100, che è etanolo (alcol etilico) puro. E' chiaro che man mano aumenta il contenuto etilico della miscela, aumenta anche il suo punto di infiammabilità, che per la miscela E85, per esempio, è di circa 0°C ; quando viene utilizzata la miscela E85 è impossibile l'accensione quando la temperatura del carburante nei cilindri è inferiore al punto di infiammabilità della miscela E85 pari a circa 0°C .

Di conseguenza, un motore a combustione interna che utilizza carburanti costituiti da miscele deve provvedere al riscaldamento del carburante al di sopra del punto di

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

infiammabilità prima che il carburante venga alimentato nelle camere di combustione dei cilindri. Per riscaldare il carburante al di sopra del punto di infiammabilità è possibile utilizzare il calore del blocco motore facendo passare la tubatura di alimentazione del carburante in prossimità del blocco motore, oppure è possibile prevedere la presenza di un dispositivo riscaldatore che provvede a riscaldare il carburante quando necessario. Il dispositivo riscaldatore viene normalmente alloggiato all'intero di un flauto di distribuzione in cui il carburante viene fatto circolare prima di venire alimentato ai cilindri.

I dispositivi riscaldatori di carburante noti, ad esempio del tipo di quelli descritti nelle domande di brevetto WO2008055725A1, EP2108809A2, US2008037967A1, comprendono una termoresistenza che viene riscaldata per effetto Joule quando viene percorsa da un corrente elettrica ed è disposta all'interno di un contenitore stagno che a sua volta è disposto all'interno del flauto di distribuzione in modo tale da essere immerso nel carburante. Un dispositivo riscaldatore di carburante di questo tipo effettua il riscaldamento del carburante tramite conduzione e convezione: la corrente elettrica passando attraverso la termoresistenza scalda per effetto Joule il contenitore stagno che la contiene, quindi per conduzione il contenitore stagno scalda il carburante

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

circostante in cui è immerso; lo strato di carburante immediatamente adiacente al contenitore stagno viene scaldato, e si sposta per convezione lasciando lo spazio a nuove masse di carburante che vengono a riempire tale strato.

Durante la prima accensione del motore in condizioni ambientali fredde è necessario scaldare velocemente (cioè al massimo in pochi secondi) il carburante contenuto nel condotto comune dalla temperatura ambiente fino ad una temperatura adeguatamente superiore al punto di infiammabilità; infatti, fino a quando la temperatura del carburante nel condotto comune non è superiore al punto di infiammabilità non è possibile avviare il motore ed è evidente che il guidatore non accetta che il motore impieghi un tempo lungo (cioè superiore a pochi secondi) per avviarsi. Per potere riscaldare rapidamente il carburante contenuto nel condotto comune è necessario fornire al carburante stesso una potenza termica relativamente elevata (in un motore di cilindrata medio-piccola circa 70-100 Watt di potenza termica); tuttavia, un dispositivo riscaldatore di carburante noto del tipo sopra descritto presenta una notevole inefficienza di trasferimento dell'energia termica. Anche se la termoresistenza si scalda rapidamente, è necessario un tempo elevato per trasmettere il calore dalla

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

termoresistenza al carburante a causa essenzialmente della lentezza dello scarso scambio termico per conduzione tra il contenitore stagno ed il carburante. Di conseguenza, per potere fornire rapidamente (cioè in pochi secondi) al carburante una certa potenza termica è necessario fornire alla termoresistenza contenuta nel contenitore stagno una potenza elettrica almeno 10 volte superiore (cioè il rendimento a breve del dispositivo riscaldatore di carburante è dell'ordine del 10%). Tale condizione è problematica, in quanto è necessario chiedere alla batteria del veicolo una elevata erogazione di energia elettrica (dell'ordine di 700-1000 Watt) proprio nelle condizioni in cui è maggiormente penalizzata (cioè a motore spento, a temperatura bassa, ed immediatamente prima di un avviamento motore a freddo).

Inoltre, un dispositivo riscaldatore di carburante noto del tipo sopra descritto è potenzialmente soggetto a rotture per fusione, in quanto se nel canale comune non è presente il carburante (ad esempio per un problema anche temporaneo nell'alimentazione del carburante da parte della pompa di alimentazione del carburante) il dispositivo riscaldatore continua ad auto-riscaldarsi senza potere trasferire energia fino alla fusione della termoresistenza. Inoltre, in caso di termoresistenza con coefficiente termico negativo la potenza termica erogata aumenta

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

all'aumentare della temperatura della termoresistenza stessa, rendendo ancora più veloce e difficilmente controllabile un eccessivo riscaldamento.

La domanda di brevetto JP2010255489A descrive un sistema di alimentazione di carburante comprendente: una pluralità di iniettori di carburante; un flauto di distribuzione che alimenta il carburante in pressione agli iniettori; una pompa di alimentazione che alimenta il carburante in pressione al flauto di distribuzione; ed un dispositivo di riscaldamento di carburante, il quale è accoppiato al flauto di distribuzione, comprende un emettitore di microonde per emettere delle microonde all'interno del flauto di distribuzione, ed ha la funzione di riscaldare, mediante microonde e quando necessario, il carburante contenuto in un volume interno del flauto di distribuzione. Grazie all'utilizzo delle microonde, il dispositivo di riscaldamento descritto nella domanda di brevetto JP2010255489A presenta una velocità di risposta ed una efficienza energetica decisamente migliori rispetto ai dispositivi di riscaldamento tradizionali provvisti di termoresistenze; tuttavia, tale dispositivo di riscaldamento è abbastanza ingombrante e pone dei problemi nella realizzazione della schermatura delle microonde (per evidenti motivi di sicurezza delle persone è necessario confinare le microonde in un volume limitato contenente il

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

flauto di distribuzione).

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è di fornire un sistema di alimentazione di carburante per un motore a combustione interna provvisto di un dispositivo di riscaldamento mediante microonde di carburante, il quale sistema di alimentazione sia esente dagli inconvenienti sopra descritti e sia nel contempo di facile ed economica implementazione.

Secondo la presente invenzione viene fornito un sistema di alimentazione di carburante per un motore a combustione interna provvisto di un dispositivo di riscaldamento mediante microonde di carburante, 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 alimentazione di carburante provvisto di un dispositivo di riscaldamento realizzato in accordo con la presente invenzione; e
- la figura 2 è una vista prospettica ed esplosa di un flauto di distribuzione del carburante del sistema di

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

alimentazione della figura 1.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicato nel suo complesso un sistema di alimentazione di carburante per un motore a combustione interna. In particolare, il sistema 1 di alimentazione è atto ad alimentare un carburante comprendente una percentuale (fino al 100%) di etanolo (alcol etilico).

Il sistema 1 di alimentazione diretta comprende una pluralità di iniettori 2 di carburante, un flauto 3 di distribuzione che alimenta il carburante in pressione agli iniettori 2 di carburante, ed una pompa 4 di alimentazione che alimenta il carburante da un serbatoio 5 al flauto 3 di distribuzione mediante un condotto 6 di alimentazione. Ovviamente secondo equivalenti forme di attuazione possono essere previste due pompe di alimentazione: una pompa di alimentazione di bassa pressione ed una pompa di alimentazione di alta pressione.

Secondo quanto illustrato nella figura 1, il sistema 1 di alimentazione comprende un dispositivo 7 di riscaldamento di carburante, il quale è accoppiato al flauto 3 di distribuzione ed ha la funzione di riscaldare, quando necessario, il carburante contenuto in un volume 8 interno del flauto 3 di distribuzione in modo tale da assicurare che il carburante che viene alimentato agli

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

iniettori 2 abbia una temperatura adeguatamente superiore al punto di infiammabilità. Il dispositivo 7 di riscaldamento comprende due emettitori 9 di microonde (ovvero due "magnetron") che sono inseriti all'interno del flauto 3 di distribuzione per emettere, quando necessario, delle microonde 10 destinate a riscaldare il carburante presente nel volume 8 interno del flauto 3 di distribuzione. Inoltre, il dispositivo 7 di riscaldamento comprende un organo 11 di pilotaggio che è disposto esternamente al flauto 3 di distribuzione, è indipendente dal flauto 3 di distribuzione (ovvero non presenta alcun collegamento meccanico con il flauto 3 di distribuzione), e pilota, quando necessario, gli emettitori 9 di microonde per emettere le microonde 10 all'interno del flauto 3 di distribuzione.

Secondo quanto illustrato nella figura 2, il flauto 3 di distribuzione comprende un canale 12 tubolare cilindrico principale presentante un asse 13 longitudinale e dal quale partono una serie di ulteriori canali 14 tubolari cilindrici secondari (o bicchierini) disposti perpendicolarmente rispetto al canale 12 tubolare cilindrico principale; ciascun canale 14 tubolare cilindrico secondario è atto ad alloggiare a tenuta un rispettivo iniettore 2 di carburante. Il canale 12 tubolare cilindrico principale presenta due estremità 15 opposte

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

aperte che sono disposte tra loro coassiali ed affacciate lungo l'asse 13 longitudinale; ciascuna estremità 15 è chiusa a tenuta da un relativo tappo 16 che è avvitato all'interno del canale 12 tubolare cilindrico principale ed è provvisto di almeno una guarnizione di tenuta anulare. In prossimità di una estremità 15, il canale 12 tubolare cilindrico principale presenta una apertura 17 collegata con il condotto 6 di alimentazione (cioè il condotto 6 di alimentazione alimenta il carburante all'interno del flauto 3 di distribuzione attraverso l'apertura 17) ed una apertura 18 che riceve un sensore di pressione che rileva la pressione del carburante all'interno del flauto 3 di distribuzione.

Secondo quanto illustrato nella figura 1, ciascun emettitore 9 di microonde è integrato in un corrispondente tappo 16 in modo tale da essere disposto all'interno del canale 12 tubolare principale del flauto 3 di distribuzione in corrispondenza di una estremità 15 del canale 12 tubolare principale stesso. Secondo una diversa forma di attuazione non illustrata, il dispositivo 7 di riscaldamento comprende un unico emettitore 9 di microonde integrato in un corrispondente tappo 16.

Secondo una preferita forma di attuazione, ciascun emettitore 9 di microonde è conformato per emettere le microonde all'interno del canale 12 tubolare cilindrico

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

principale lungo una direzione longitudinale, ovvero lungo una direzione parallela all'asse 13 longitudinale. Inoltre, l'organo 11 di pilotaggio pilota i due emettitori 9 di microonde con segnali di comando presentanti una sfasatura temporale che è funzione della lunghezza d'onda delle microonde 10 ed è funzione della distanza esistente tra i due emettitori 9 di microonde lungo il canale 12 tubolare principale del flauto 3 di distribuzione. La sfasatura temporale con cui vengono pilotati i due emettitori 9 di microonde è tale da determinare lungo il canale 12 tubolare principale del flauto 3 di distribuzione una interferenza parzialmente distruttiva (ovvero non completamente costruttiva) tra le microonde 10 generate dai due emettitori 9 di microonde; preferibilmente la sfasatura temporale è tale da determinare uno sfasamento angolare compreso tra 30° e 90° tra le microonde 10 generate dai due emettitori 9 di microonde. Lo scopo della interferenza parzialmente distruttiva tra le microonde 10 generate dai due emettitori 9 di microonde è di aumentare l'efficienza del riscaldamento del carburante presente nel volume 8 interno del flauto 3 di distribuzione; è stato infatti osservato che una certa frazione di interferenza distruttiva permette di aumentare l'efficienza del riscaldamento del carburante, ovvero a parità di potenza elettrica utilizzata dall'organo 11 di pilotaggio è

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

possibile ottenere un riscaldamento più veloce del carburante.

Secondo una preferita forma di attuazione, il flauto 3 di distribuzione è realizzato completamente in materiale elettricamente conduttore (tipicamente materiale metallico quale acciaio oppure alluminio) oppure è realizzato in parte in materiale elettricamente conduttore (tipicamente materiale termoplastico con rivestimenti metallici o inserti metallici); in quest'ultimo caso, tipicamente la struttura esterna del flauto 3 di distribuzione è realizzata in materiale termoplastico ed il flauto 3 di distribuzione è internamente rivestito con uno strato di materiale metallico (cioè il volume 8 interno del flauto 3 di distribuzione è delimitato dallo strato di materiale metallico). Il flauto 3 di distribuzione (o meglio la parte metallica del flauto 3 di distribuzione) è collegato ad una massa elettrica (del veicolo) in modo tale da costituire una gabbia di Faraday al cui interno rimangono confinate le microonde 10 emesse dagli emettitori 9 di microonde. In altre parole, le microonde 10 emesse dagli emettitori 9 di microonde all'interno del flauto 3 di distribuzione rimangono confinate dentro il flauto 3 di distribuzione per effetto della schermatura determinata dal flauto 3 di distribuzione stesso che costituisce una gabbia di Faraday. Anche ciascun tappo 16 presenta una schermatura 19 per le

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

microonde 10 che è disposta più esternamente rispetto all'emettitore 9 di microonde (in modo tale da impedire la fuoriuscita delle microonde 10 attraverso la corrispondente estremità 15 del canale 12 tubolare cilindrico principale). Secondo una preferita forma di attuazione, anche i tappi 16 sono realizzati in materiale elettricamente conduttore (tipicamente lo stesso materiale metallico utilizzato per il flauto 3 di distribuzione) e quindi sono equipotenziali con il flauto 3 di distribuzione (ovvero sono collegati alla massa elettrica attraverso il flauto 3 di distribuzione); in questo modo è la struttura stessa dei tappi 16 che costituisce la schermatura 19.

Ciascun emettitore 9 di microonde comprende un cavo 20 di alimentazione che fuoriesce dal flauto 3 di distribuzione attraverso un foro passante ricavato nel tappo 16 per collegare l'emettitore 9 di microonde all'organo 11 di pilotaggio. Ovviamente, il passaggio del cavo 20 di alimentazione attraverso il tappo 16 deve essere conformato per evitare la fuoriuscita di microonde all'esterno del flauto 3 di distribuzione.

Secondo una possibile forma di attuazione, è previsto anche un sensore di temperatura per misurare in tempo reale la temperatura del carburante presente all'interno del flauto 3 di distribuzione; ad esempio il sensore di temperatura potrebbe venire integrato nel sensore di

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

pressione che viene collegato all'apertura 18 del canale 12 tubolare cilindrico principale del flauto 3 di distribuzione. Il sensore di temperatura viene utilizzato per misurare la temperatura del carburante presente all'interno del flauto 3 di distribuzione in modo tale da attivare/disattivare e regolare la generazione delle microonde 10 in funzione della temperatura del carburante presente all'interno del flauto 3 di distribuzione.

Il riscaldamento del carburante nel volume 8 interno del flauto 3 di distribuzione avviene mediante l'interazione tra le microonde 10 emesse dagli emettitori 9 di microonde e le molecole del carburante che sono sensibili alle microonde 10 stesse. In particolare, sono sensibili alle microonde le molecole di etanolo o alcol etilico grazie alla natura polare dell'alcol con la desinenza "-OH", quindi tanto maggiore è la percentuale di etanolo presente nel carburante, tanto maggiore è la "ricettività" del carburante all'azione delle microonde 10; questa condizione è pienamente accettabile, in quanto tanto maggiore è la percentuale di etanolo presente nel carburante, tanto maggiore è anche la necessità di riscaldare il carburante (ovvero tanto maggiore è la temperatura del "punto di infiammabilità" del carburante).

Grazie all'azione delle microonde 10 emesse dagli emettitori 9 di microonde, il riscaldamento del carburante

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

presente all'interno del flauto 3 di distribuzione si origina direttamente dentro il carburante senza alcun passaggio intermedio. Di conseguenza, il riscaldamento del carburante è nello stesso tempo immediato (ovvero inizia contestualmente con l'inizio dell'emissione delle microonde 10) e molto efficiente (cioè tutta la potenza emessa dagli emettitori 9 di microonde si trasforma in calore che riscalda il carburante).

Il dispositivo 7 di riscaldamento di carburante sopra descritto presenta numerosi vantaggi.

In primo luogo, il dispositivo 7 di riscaldamento di carburante sopra descritto è di semplice ed economica realizzazione, in quanto utilizza pochi componenti di costo modesto e di facile reperibilità. In particolare, la schermatura contro la dispersione delle microonde è realizzata direttamente dalla struttura metallica del flauto 3 di distribuzione senza la necessità di prevedere ulteriori componenti aggiuntivi.

Inoltre, il dispositivo 7 di riscaldamento di carburante sopra descritto è particolarmente compatto e leggero, quindi di facile collocazione anche in un sistema di alimentazione esistente.

Infine, il dispositivo 7 di riscaldamento di carburante sopra descritto ha un rendimento estremamente elevato se confrontato con i dispositivi di riscaldamento

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

di carburante noti fino ad oggi utilizzati ed utilizzanti delle termoresistenze; ad esempio per fornire al carburante contenuto nel volume 8 interno del flauto 3 di distribuzione una potenza termica di 100 Watt in pochi secondi, il dispositivo 7 di riscaldamento di carburante sopra descritto assorbe complessivamente circa 200 Watt presentando quindi un rendimento a breve di circa il 50%. Tale risultato viene ottenuto grazie al fatto che il calore viene generato direttamente nel carburante invece di essere generato in un altro corpo (la termoresistenza) che lo deve poi trasmettere al carburante: eliminando completamente ogni trasmissione di calore per conduzione, l'effetto di riscaldamento del dispositivo 7 di riscaldamento di carburante sopra descritto è pressoché istantaneo. E' importante sottolineare che anche il carburante che non fosse direttamente interessato dalle microonde 10 verrebbe comunque riscaldato rapidamente per convenzione (che nei fluidi è molto rapida e efficiente) dall'adiacente carburante che è direttamente interessato dalle microonde 10.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

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

1) Sistema (1) di alimentazione di carburante per un motore a combustione interna; il sistema (1) di alimentazione comprende:

una pluralità di iniettori (2) di carburante;

un flauto (3) di distribuzione che alimenta il carburante in pressione agli iniettori (2) e comprende un canale (12) tubolare principale presentante due estremità (15) opposte ed un pluralità di canali (14) tubolari secondari che si originano dal canale (12) tubolare principale ed alloggiavano a tenuta gli iniettori (2) di carburante;

almeno una pompa (4) di alimentazione che alimenta il carburante in pressione al flauto (3) di distribuzione; ed

un dispositivo (7) di riscaldamento di carburante, il quale è accoppiato al flauto (3) di distribuzione, comprende almeno un emettitore (9) di microonde per emettere delle microonde (10) all'interno del flauto (3) di distribuzione, ed ha la funzione di riscaldare, mediante microonde (10) e quando necessario, il carburante contenuto in un volume (8) interno del flauto (3) di distribuzione;

il sistema (1) di alimentazione è **caratterizzato dal fatto che:**

il flauto (3) di distribuzione comprende almeno un tappo (16) che è fissato a tenuta ad una estremità (15) del

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

canale (12) tubolare principale per chiudere l'estremità (15) stessa; e

l'emettitore (9) di microonde è integrato nel tappo (16) in modo tale da essere disposto all'interno del canale (12) tubolare principale del flauto (3) di distribuzione in corrispondenza di una estremità (15) del canale (12) tubolare principale stesso.

2) Sistema (1) di alimentazione secondo la rivendicazione 1, in cui:

il flauto (3) di distribuzione comprende due tappi (16) che sono fissati a tenuta alle due estremità (15) opposte del canale (12) tubolare principale per chiudere le estremità (15) stesse; e

ciascun tappo (16) integra un corrispondente emettitore (9) di microonde.

3) Sistema (1) di alimentazione secondo la rivendicazione 2, in cui i due emettitori (9) di microonde sono disposti tra loro coassiali ed affacciati in corrispondenza delle estremità (15) opposte del canale (12) tubolare principale presentante due.

4) Sistema (1) di alimentazione secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui i due emettitori (9) di microonde vengono pilotati con segnali di comando presentanti una sfasatura temporale.

5) Sistema (1) di alimentazione secondo la

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

rivendicazione 4, in cui la sfasatura temporale è funzione della lunghezza d'onda delle microonde (10) ed è funzione della distanza esistente tra i due emettitori (9) di microonde lungo il canale (12) tubolare principale del flauto (3) di distribuzione.

6) Sistema (1) di alimentazione secondo la rivendicazione 5, in cui la sfasatura temporale è tale da determinare lungo il canale (12) tubolare principale del flauto (3) di distribuzione una interferenza parzialmente distruttiva tra le microonde (10) generate dai due emettitori (9) di microonde.

7) Sistema (1) di alimentazione secondo la rivendicazione 6, in cui la sfasatura temporale è tale da determinare uno sfasamento angolare compreso tra 30° e 90° tra le microonde (10) generate dai due emettitori (9) di microonde.

8) Sistema (1) di alimentazione secondo una delle rivendicazioni da 1 a 7, l'emettitore 9 di microonde è conformato per emettere le microonde all'interno del canale (12) tubolare principale lungo una direzione longitudinale, ovvero lungo una direzione parallela ad un asse 13 longitudinale del canale (12) tubolare principale.

9) Sistema (1) di alimentazione secondo una delle rivendicazioni da 1 a 8, in cui il dispositivo (7) di riscaldamento di carburante comprende un organo (11) di pilotaggio che è disposto

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

all'esterno del flauto (3) di distribuzione, è indipendente dal flauto (3) di distribuzione, e pilota, quando necessario, l'emettitore (9) di microonde per emettere le microonde (10) all'interno del flauto (3) di distribuzione.

10) Sistema (1) di alimentazione secondo una delle rivendicazioni da 1 a 9, in cui l'emettitore (9) di microonde comprende un cavo (19) di alimentazione che fuoriesce dal flauto (3) di distribuzione attraverso un foro passante ricavato nel tappo (16).

11) Sistema (1) di alimentazione secondo una delle rivendicazioni da 1 a 10, in cui il flauto (3) di distribuzione è realizzato, almeno in parte, in materiale elettricamente conduttore ed è collegato ad una massa elettrica in modo tale da costituire una gabbia di Faraday al cui interno rimangono confinate le microonde (10) emesse dall'emettitore (9) di microonde.

12) Sistema (1) di alimentazione secondo una delle rivendicazioni da 1 a 11, in cui il tappo (16) presenta una schermatura (19) per le microonde (10) che è disposta più esternamente rispetto all'emettitore (9) di microonde.

13) Sistema (1) di alimentazione secondo la rivendicazione 12, in cui il tappo (16) è realizzato, almeno in parte, in materiale elettricamente conduttore in modo tale che la schermatura (19) sia costituita dalla struttura del tappo (16).

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

Matteo MACCAGNAN

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

TITLE: "FUEL FEEDING SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE PROVIDED WITH A FUEL HEATING DEVICE OPERATING BY MEANS MICROWAVES"

C L A I M S

1) A fuel feeding system (1) for an internal combustion engine; the feeding system (1) comprises:

a plurality of fuel injectors (2);

a distribution rail (3), which feeds the fuel under pressure to the injectors (2) and comprises a main tubular channel (12) presenting two opposite ends (15) and a plurality of secondary tubular channels (14), which originate from the main tubular channel (12) and house, in a fluid-tight manner, the fuel injectors (2);

at least one feeding pump (4), which feeds the fuel under pressure to the distribution rail (3); and

a fuel heating device (7), which is coupled to the distribution rail (3), comprises at least one microwave emitter (9) for emitting microwaves (10) into the distribution rail (3), and has the function of heating, by means of microwaves (10) and when necessary, the fuel contained in an internal volume (8) of the distribution rail (3);

the feeding system (1) is **characterised in that:**

the distribution rail (3) comprises at least one plug (16), which is fitted in a fluid-tight manner to one end

(15) of the main tubular channel (12), so as to close the end (15); and

the microwave emitter (9) is built-in in the plug (16), so as to be arranged inside the main tubular channel (12) of the distribution rail (3) in correspondence to an end (15) of the main tubular channel (12).

2) A feeding system (1) according to claim 1, wherein: the distribution rail (3) comprises two plugs (16), which are fitted in a fluid-tight manner to the two opposite ends (15) of the main tubular channel (12), so as to close the ends (15); and

each plug (16) integrates a corresponding microwave emitter (9).

3) A feeding system (1) according to claim 2, wherein the two microwave emitters (9) are arranged, coaxial to each other and facing each other, in correspondence to the opposite ends (15) of the main tubular channel (12).

4) A feeding system (1) according to claim 2 or 3, wherein the two microwave emitters (9) are controlled with command signals presenting a time phase shift.

5) A feeding system (1) according to claim 4, wherein the time phase shift is a function of the wave length of the microwaves (10) and is a function of the distance existing between the two microwave emitters (9) along the main tubular channel (12) of the distribution rail (3).

6) A feeding system (1) according to claim 5, wherein the time phase shift is such that it determines, along the main tubular channel (12) of the distribution rail (3), a partially destructive interference between the microwaves (10) generated by the two microwave emitters (9).

7) A feeding system (1) according to claim 6, wherein the time phase shift is such that it determines a phase difference ranging from 30° to 90° between the microwaves (10) generated by the two microwave emitters (9).

8) A feeding system (1) according to any of the claims from 1 to 7, wherein the microwave emitter (9) is shaped so as to emit the microwaves into the main tubular channel (12) along a longitudinal direction, namely along a direction which is parallel to a longitudinal axis (13) of the main tubular channel (12).

9) A feeding system (1) according to any of the claims from 1 to 8, wherein the fuel heating device (7) comprises a controlling organ (11), which is arranged outside of the distribution rail (3), is independent of the distribution rail (3), and controls, when necessary, the microwave emitter (9) so as to make it emit the microwaves (10) into the distribution rail (3).

10) A feeding system according to any of the claims from 1 to 9, wherein the microwave emitter (9) comprises a power supply cable (19), which comes out of the

distribution rail (3) through a through hole obtained in the plug (16).

11) A feeding system (1) according to any of the claims from 1 to 10, wherein the distribution rail (3) is at least partially made of an electrical conductor material and is connected to an electrical ground, so as to constitute a Faraday cage, inside which the microwaves (10) emitted by the microwave emitter (9) are confined.

12) A feeding system (1) according to any of the claims from 1 to 11, wherein the plug (16) presents a shielding (19) for the microwaves (10), which is arranged more externally with respect to the microwave emitter (9).

13) A feeding system (1) according to claim 12, wherein the plug (16) is at least partially made of an electrical conductor material, so that the shielding (19) is formed by the structure of the plug (16).

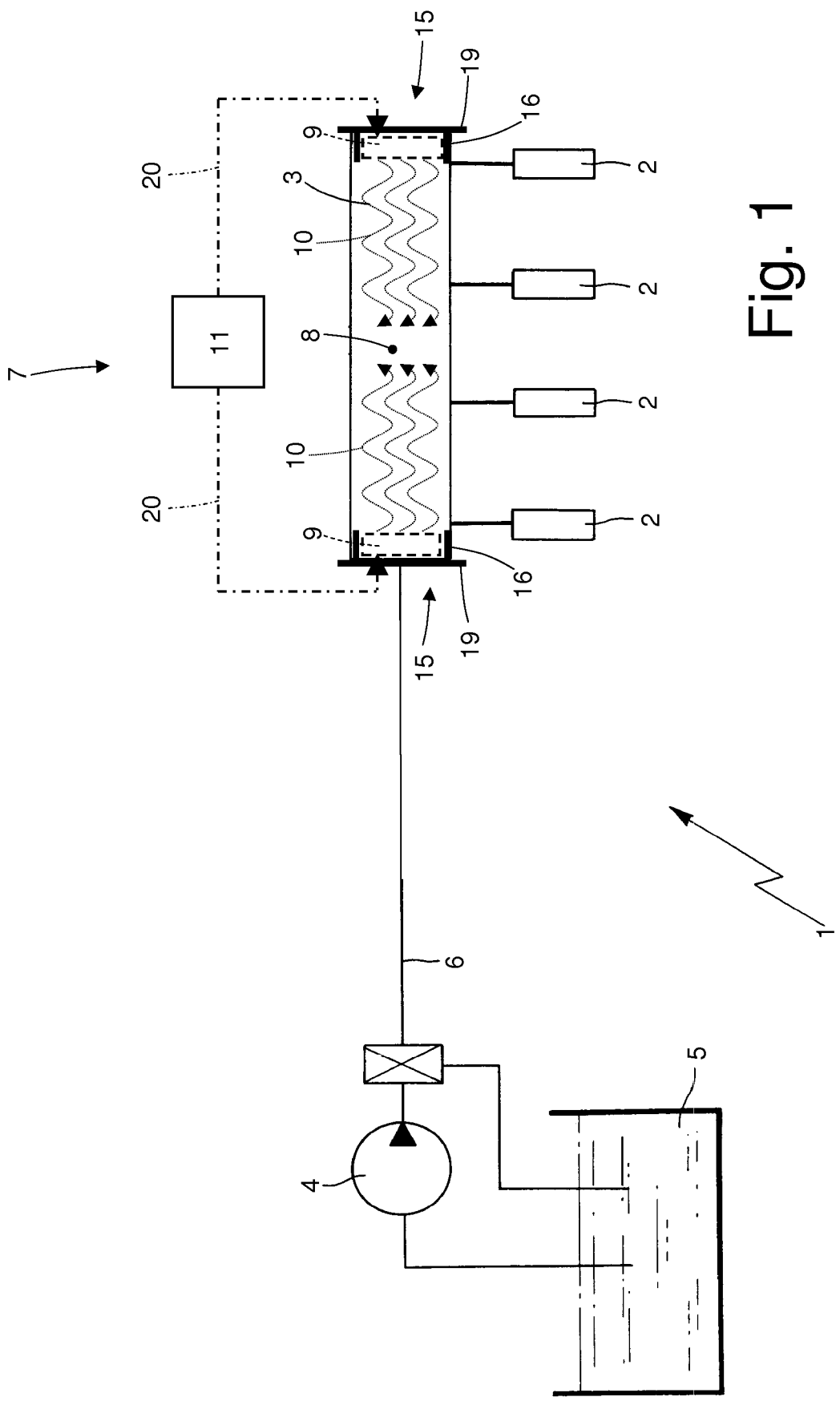


Fig. 1

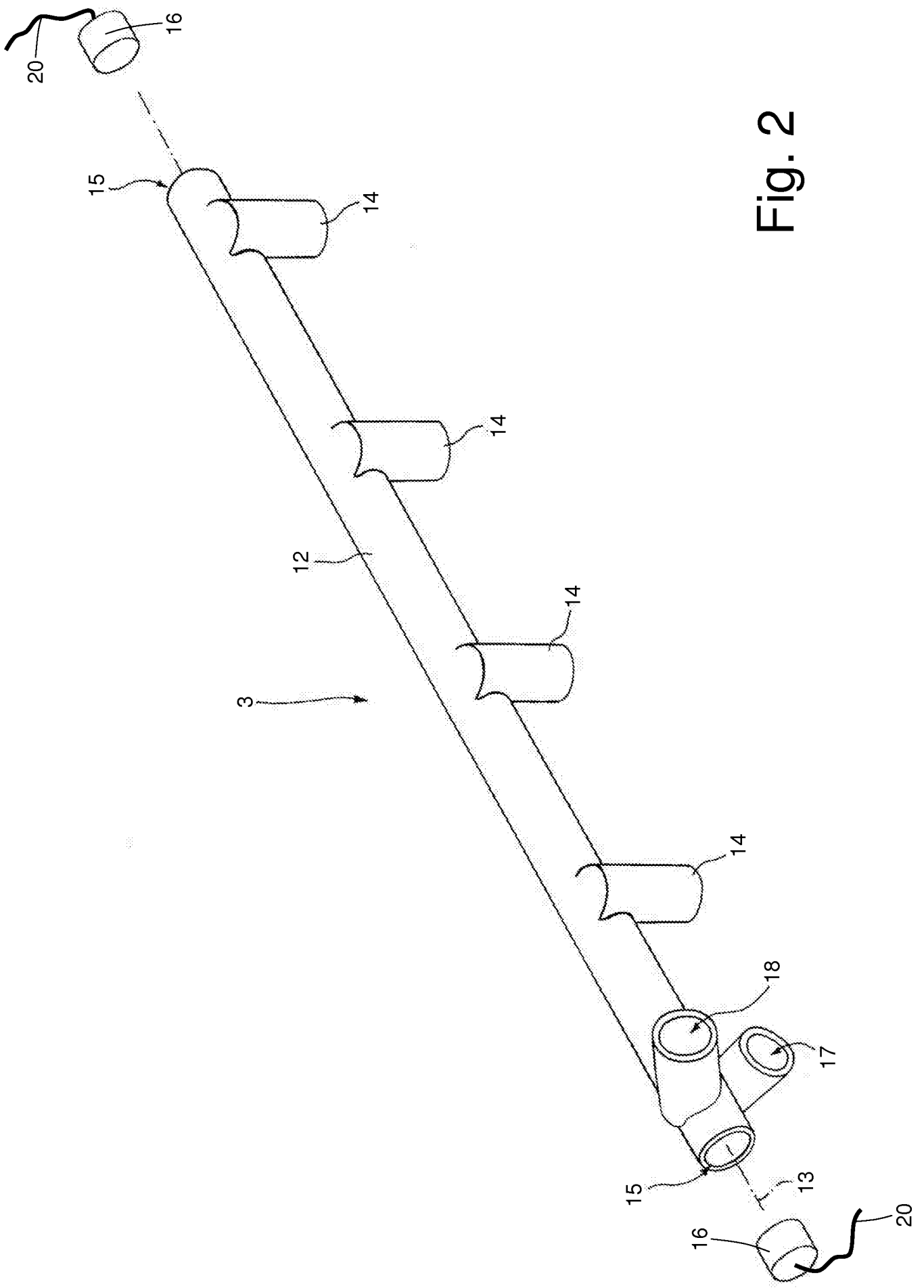


Fig. 2