



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901534104
Data Deposito	20/06/2007
Data Pubblicazione	20/12/2008

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	15	B		

Titolo

CONDOTTO PROVVISORIO DI UN DISPOSITIVO PER LO SMORZAMENTO DELLE PULSAZIONI
DI PRESSIONE

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per Invenzione Industriale

di 1) FIAT GROUP AUTOMOBILES S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede a CORSO GIOVANNI AGNELLI, 200

10135 TORINO

e di 2) DAYCO FLUID TECHNOLOGIES S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede a VIA ANDREA DORIA, 15

10123 TORINO

Inventori: BARALE Emanuele, ZANARDI Mariofelice

La presente invenzione è relativa ad un condotto provvisto di un dispositivo per lo smorzamento delle pulsazioni di pressione, preferibilmente per un uso in un impianto idraulico di sterzo di un autoveicolo.

Un impianto idraulico di sterzo comprende generalmente una pompa di alimentazione, un attuatore di sterzo collegato alle ruote anteriori e una linea idraulica per collegare la pompa all'attuatore di sterzo.

La linea idraulica comprende un condotto di alta pressione per collegare la pompa all'attuatore e un condotto di scarico a bassa pressione per il recupero del fluido di lavoro.

Le pompe di alimentazione degli impianti idraulici di sterzo sono generalmente pompe a palette e generano un flusso di portata caratterizzato da irregolarità armoniche pari al numero delle palette della pompa e con frequenza fondamentale definita dal numero di giri della pompa. Tali irregolarità di portata generano delle pulsazioni di pressione nell'impianto idraulico di sterzo e conseguentemente dei rumori indesiderati. Le pulsazioni di pressione generate dalle irregolarità di portata sono caratterizzate da una alta frequenza compresa in una banda tra i 100Hz e i 500Hz; in particolare il valore minimo di tale banda di frequenza (f_{min}) tipica di un impianto idraulico di sterzo è calcolabile teoricamente come rapporto del numero di giri minimo del motore (RPM_{idle}) moltiplicato per il rapporto di trasmissione tra pompa e motore (RT) e del numero di palette ($N_{palette}$). In particolare, è consueto definire la frequenza minima delle pulsazioni degli impianti idraulici di sterzo tramite la formula:

$$f_{min} = \frac{RPM_{idle}}{60} \cdot RT \cdot N_{palette} \quad (1)$$

E' noto attenuare tali pulsazioni tramite l'uso

di tubi silenziatori montati all'interno del condotto di alta pressione e aventi caratteristiche geometriche e meccaniche per provocare onde di pressione riflesse che interferiscono con le onde incidenti. In particolare, tali tubi silenziatori sono detti "a quarto d'onda" e la loro legge di dimensionamento è la seguente:

$$f_t = \frac{c}{4 \cdot L_T} \quad (2)$$

Dove:

f_t è la frequenza fondamentale di taglio del silenziatore;

c è la velocità di propagazione dell'onda di pressione ovvero la velocità del suono nel fluido; e

L_t è la lunghezza del tubo silenziatore.

Tuttavia, tale soluzione risulta insoddisfacente quando la frequenza di taglio richiesta è bassa e cioè inferiore ai 60Hz perché le tubazioni tradizionali di un impianto idraulico di sterzo comprendenti un tubo silenziatore hanno nella banda 20-40 Hz la loro prima frequenza propria di risonanza, la quale non risulta adeguatamente smorzata. E' inoltre facilmente riscontrabile che le

tubazioni alta pressione dell'impianto idraulico di sterzo amplificano le pulsazioni di pressione generate alla pompa nella banda di bassa frequenza sopra citata.

Note le caratteristiche tipiche di una tubazione impiegata generalmente in un impianto idraulico di sterzo e le caratteristiche e le condizioni di funzionamento del fluido di lavoro, un silenziatore a quarto d'onda che permette di ottenere frequenze di taglio inferiori ai 40 Hz richiede dimensioni eccessive non compatibili con gli impianti idraulici di sterzo normalmente impiegati sugli autoveicoli.

Inoltre si verificherebbero inconvenienti di prontezza di risposta dell'impianto idraulico di sterzo e quindi della guidabilità dell'autoveicolo.

In condizioni normali di esercizio gli impianti idraulici di sterzo non sono sollecitati da una forzante esterna avente frequenza inferiore a quella calcolata con la formula (1) e quindi inferiore a 100-120Hz.

Tuttavia, esistono due possibili casi in cui nell'impianto idraulico di sterzo si genera una pulsazione di pressione a bassa frequenza, cioè nel caso di:

una risonanza idraulico-meccanica del sistema sterzo e sospensione (fenomeni noti come "grunt" e "shudder");

una irregolarità di moto del motore che si trasmette agli accessori e quindi alla pompa dello sterzo.

In particolare, tali irregolarità sono presenti in tutti i motori ad iniezione diretta e con maggiore intensità nei motori diesel. Inoltre queste irregolarità sono tanto maggiori quanto minore è il regime di minimo del motore stesso. Attualmente le necessità di ridurre le emissioni di sostanze inquinanti spinge le case costruttrici a raggiungere velocità minime di rotazione più basse, motori più leggeri e volani più compatti. Tali condizioni generano severe vibrazioni torsionali dell'albero motore e conseguenti irregolarità di moto della puleggia della trasmissione che trascina la pompa a palette dell'impianto idraulico di sterzo.

Attualmente il fenomeno della rumorosità di bassa frequenza degli impianti idraulici di sterzo è il maggiore dei problemi di progettazione dei silenziatori delle tubazioni dell'impianto di sterzo.

Lo scopo della presente invenzione è di

realizzare un condotto provvisto di un dispositivo per lo smorzamento delle pulsazioni di pressione esente dall'inconveniente sopra specificato.

Lo scopo della presente invenzione è raggiunto tramite un condotto provvisto di un dispositivo per lo smorzamento delle pulsazioni di pressione 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 in cui:

la figura 1 è una rappresentazione esemplificativa di un impianto idraulico di sterzo comprendente un condotto secondo la presente invenzione;

la figura 2 è uno schema fluidico di un condotto di figura 1;

la figura 3 è una sezione assiale di una forma di realizzazione di un condotto di figura 1;

la figura 4 è uno schema fluidico di un condotto secondo un'ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione; e

la figura 5 è una serie di due grafici in cui

sono confrontate le curve di risposta in frequenza per un condotto privo di un dispositivo per lo smorzamento delle pulsazioni di bassa pressione, e per un condotto provvisto di un dispositivo per lo smorzamento delle pulsazioni di pressione secondo la presente invenzione.

Nella figura 1 è complessivamente indicato con 1 un impianto idraulico di sterzo comprendente una pompa idraulica 2 che tramite una tubazione di aspirazione 3 è collegata ad un serbatoio di fluido di lavoro (olio) 4. Con 5 è complessivamente indicata una tubazione di alimentazione ad alta pressione, che collega la mandata della pompa 2 ad un gruppo o scatola di sterzo 6, di tipo per sé noto.

Una prima condotta di ritorno a bassa pressione 7 per il fluido di lavoro, che nell'esempio illustrato è realizzata con tratti alternatamente flessibili e rigidi, collega il gruppo o scatola di sterzo 6 ad uno scambiatore di calore a serpentina 8, per il raffreddamento di tale fluido. L'uscita dello scambiatore 8 è collegata al serbatoio 4 attraverso una seconda condotta di ritorno, indicata con 9, e formata anch'essa da spezzoni o tratti di tubazione flessibili e rigidi.

La tubazione di alta pressione 5 e/o almeno una delle condutture di bassa pressione 7, 9 comprendono un tubo 10 e un dispositivo di smorzamento 11 collegato in parallelo al tubo 10 (figura 2).

In particolare, il dispositivo di smorzamento 11 definisce una camera 12 cilindrica allungata e un elemento inerziale 13, ad esempio una sfera, mobile nella camera 12 e una coppia di molle 14, 15 montate contrapposte rispetto all'elemento inerziale 13 all'interno della camera 12.

Le molle 14, 15 cooperano con l'elemento inerziale 13 per definire la posizione di quest'ultimo sia in condizioni statiche che in condizioni dinamiche come verrà meglio precisato nel seguito.

La camera 12 è collegata al tubo 10 tramite una coppia di raccordi 16, 17 definenti rispettivi restringimenti R1, R2 e disposti da parti opposte rispetto all'elemento inerziale 13 ad una distanza L lungo il tubo 10.

In particolare, i restringimenti R1, R2 presentano rispettivi diametri inferiori a quello del tubo 10 in modo che i raccordi 16, 17 non siano sostanzialmente attraversati da una portata di

fluido.

L'elemento inerziale 13 divide la camera 12 in due vani 12a, 12b aventi un volume variabile dipendentemente dalla posizione dell'elemento inerziale 13 e collegati al tubo 10 tramite il raccordo 16 e il raccordo 17 rispettivamente. Inoltre, i vani 12a, 12b comunicano fluidicamente fra loro all'interno della camera 12 tramite un passaggio P.

Il passaggio P disaccoppia la pressione del vano 12a da quella del vano 12b e viene realizzato, ad esempio, tramite un meato anulare definito fra l'elemento inerziale 13 e una parete laterale 18 della camera 12.

Secondo una forma preferita di realizzazione, illustrata in figura 3, il dispositivo di smorzamento 11 comprende i due raccordi 16, 17 collegati a rispettive aperture 19, 20 del tubo 10 e un elemento intermedio 22 rigido essenzialmente tubolare interposto fra i raccordi 16, 17.

I raccordi 16, 17 sono attraversati da rispettivi condotti 23 e 24 aventi un andamento a guisa di L e definenti i restringimenti R1, R2 rispettivamente. In particolare, il condotto 23 del

raccordo 16 presenta due tratti 23a e 23b fra loro ortogonali e comunicanti: il tratto 23a è accoppiato al tubo 10 ed il tratto 23b si estende parallelamente a tale tubo, e sbocca all'interno dell'elemento tubolare intermedio 22.

Analogamente, il condotto 24 dell'elemento terminale 21 presenta due tratti 24a e 24b, dei quali il primo comunica con il tubo 10 ad una distanza L l'apertura 12 della tubazione 5 ed il secondo sbocca all'interno dell'elemento tubolare intermedio 22.

Nella realizzazione illustrata i raccordi 16, 17 presentano rispettive protuberanze affacciate 16a e 17a, che sono innestate nelle corrispondenti estremità dell'elemento tubolare intermedio 22, con l'interposizione di rispettivi anelli torici di tenuta.

All'interno dell'elemento tubolare intermedio 22, fra le protuberanze suddette dei raccordi 16, 17 è definita la camera 12 che attraverso i condotti 23 e 24 comunica con il tubo 10.

Nella camera 12 è montato l'elemento inerziale 13 comprendente uno stantuffo 26 che nell'esempio illustrato è essenzialmente cilindrico. Dai lati opposti dello stantuffo 26 si estendono due steli 27

e 28 assialmente allineati. Lo stantuffo 26 è montato mobile nella camera 12 e definisce il passaggio P per consentire il trafilamento del fluido fra i vani 12a, 12b.

Tale trafilamento può essere reso possibile per effetto di un gioco radiale fra lo stantuffo 26 e la parete laterale 18 della camera 12, e/o da altri accorgimenti, quali fori o intagli nella sua periferia.

Le molle 14, 15 sono disposte da parti opposte rispetto allo stantuffo 26, rispettivamente intorno allo stelo 27 ed allo stelo 28.

In figura 4 viene illustrato lo schema di un condotto 30 di alta o bassa pressione secondo un'ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione nella quale i componenti funzionalmente identici ai componenti del condotto 1 vengono indicati con i medesimi numeri di riferimento impiegati nella descrizione della tubazione di alta pressione 5.

In particolare, il condotto 30 comprende il tubo 10 e un dispositivo di smorzamento 31 definente la camera 12 e comprendente i raccordi 16, 17, un cassetto 32 cilindrico scorrevole nella camera 12 e

le molle 14, 15.

Il cassetto 32 definisce un foro assiale passante che costituisce il passaggio P e consente l'azione smorzante tramite il travaso di fluido di lavoro fra il vano 12a e il vano 12b all'interno della camera 12.

In uso, il tubo 10 e il dispositivo di smorzamento 11, 31 viene montato lungo la tubazione di alta pressione 5 smorzare efficacemente le pulsazioni di pressione generate dall'irregolarità di rotazione dell'albero a gomiti e/o lungo almeno una delle condutture di bassa pressione 7, 9 per smorzare le pulsazioni a bassa frequenza dovute ad esempio alla risonanza idraulico-meccanica del sistema di sospensione.

In condizione di riposo, la pressione del fluido di lavoro nella camera 12 è idrostatica e la posizione dell'elemento inerziale 13 è esclusivamente determinata dall'equilibrio delle forze applicate rispettivamente dalle molle 14, 15.

Quando il fluido di lavoro fluisce nel tubo 10 come illustrato dalla freccia F, la pulsazione di pressione del tubo 10 viene trasmessa all'interno dei vani 12a, 12b dai rispettivi raccordi 16, 17 e causa

un'oscillazione forzata dell'elemento inerziale 13. In particolare, l'elemento inerziale 13 è sottoposto all'azione della pressione relativa risultante dalla differenza delle pressioni assolute rispettivamente presenti nei vani 12a, 12b

Il dispositivo di smorzamento 11, 31 definisce pertanto uno smorzatore dinamico in cui la massa è costituita dall'elemento inerziale 13 e la rigidità è definita dalla coppia di molle 14, 15. Pertanto, il rapporto fra la rigidità delle molle 14, 15 e la massa dell'elemento inerziale 13 può essere dimensionato per ottenere un sistema risonante estremamente efficace per dissipare l'energia delle pulsazioni provenienti dal tubo 10 e aventi frequenze comprese in un intervallo di bassa frequenza dipendente dal rapporto sopra citato.

Inoltre, il passaggio P definisce una resistenza idraulica localizzata attraverso la quale il fluido di lavoro trafila per smorzare l'oscillazione dell'elemento inerziale 13.

L'effetto del dispositivo di smorzamento 11, 31 in parallelo al tubo 10 può essere rilevato sperimentalmente, od investigato analiticamente sulla base di un adeguato modello matematico.

Nei due grafici della figura 5, sono confrontati, al variare della frequenza f riportata in ascissa, andamenti dell'ampiezza A e della fase φ della vibrazione per un condotto privo del dispositivo 11, 31 (curve a tratto sottile) e per un condotto dotato del dispositivo 11, 31 secondo l'invenzione (curve a tratto più spesso).

L'analisi dei diagrammi della figura 5 consente di notare agevolmente che nel campo di frequenze compreso fra 20 Hz e 70 Hz la presenza del dispositivo 11, 31 determina un netto miglioramento operativo, con una marcata riduzione dell'ampiezza A della risposta in frequenza, e di conseguenza dell'ampiezza delle vibrazioni e del volante.

La soluzione secondo l'invenzione consente in sostanza di eliminare i picchi di risonanza a bassa frequenza, mantenendo inalterato il layout della tubazione di alimentazione ad alta pressione. Con ciò si raggiunge un ottimale compromesso tra compattezza e robustezza.

I vantaggi che i condotti precedentemente descritti consentono di ottenere sono i seguenti.

Il dispositivo di smorzamento 11, 31 è estremamente efficace per ridurre la rumorosità

causata da pulsazioni e possono essere facilmente dimensionati per attenuare le pulsazioni di pressione a bassa frequenza. Inoltre, il dispositivo di smorzamento 11, 31 è compatto e montato in parallelo al tubo 10 all'interno del quale possono essere montati i tubi silenziatori tradizionali a quarto d'onda. Inoltre, il dispositivo di smorzamento 11, 31 non ha effetti dissipativi indesiderati e non influenza il tempo di risposta dell'impianto di servosterzo.

Risulta infine chiaro che ai condotti qui descritti ed illustrati possono essere apportate modifiche e varianti senza per questo uscire dall'ambito protettivo della presente invenzione, come definito nelle rivendicazioni allegate.

Ad esempio, in una forma di realizzazione non limitativa, la camera 12 viene definita da un tubo flessibile comprendente uno strato in materiale polimerico, ad esempio da uno spezzone di un tubo per il ramo di alta pressione di un impianto idraulico di sterzo.

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

1. Condotta (5; 7; 9; 30) per un impianto idraulico di sterzo di un autoveicolo comprendente un tubo (10) per l'adduzione di un fluido e un dispositivo di smorzamento (11; 31) per le pulsazioni di pressione del fluido, caratterizzato dal fatto che il detto dispositivo (11; 31) comprende una camera (12) collegata in parallelo al detto tubo (10) tramite un primo e un secondo raccordo (16, 17), un elemento inerziale (13) mobile all'interno della detta camera (12), mezzi elastici (14; 15) agenti sul detto elemento inerziale (13) per mantenere il detto elemento inerziale (13) in una posizione intermedia tale da definire un primo e un secondo vano (12a, 12b) interni alla detta camera (12), e un passaggio (P) collegante detti vani (12a, 12b) fra loro per permettere un trafilamento di fluido.

2. Condotta (5; 7; 9; 30) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i detti primo e secondo raccordo (16, 17) definiscono rispettivamente un primo e un secondo restringimento (R1, R2).

3. Condotta (5; 7; 9; 30) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi elastici comprendono una

prima e una seconda molla (14, 15) contrapposte rispetto al detto elemento inerziale (13).

4. Condotto (5; 7; 9) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il detto passaggio (P) è un meato definito fra il detto elemento inerziale (13) e una parete laterale (18) definente la detta camera (12).

5. Condotto (5; 7; 9) secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che il detto elemento inerziale (13) comprende uno stantuffo (26).

6. Condotto (5; 7; 9) secondo le rivendicazioni 3 e 5, caratterizzato dal fatto che il detto stantuffo (26) comprende un primo e un secondo stelo (27, 28) contrapposti e dal fatto che le dette prima e seconda molla (14, 15) sono molle ad elica e circondano rispettivamente i detti primo e secondo stelo (27, 28).

7. Condotto (30) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 1 alla 3, caratterizzato dal fatto che il detto passaggio (P) è un foro passante definito dal detto elemento inerziale (13).

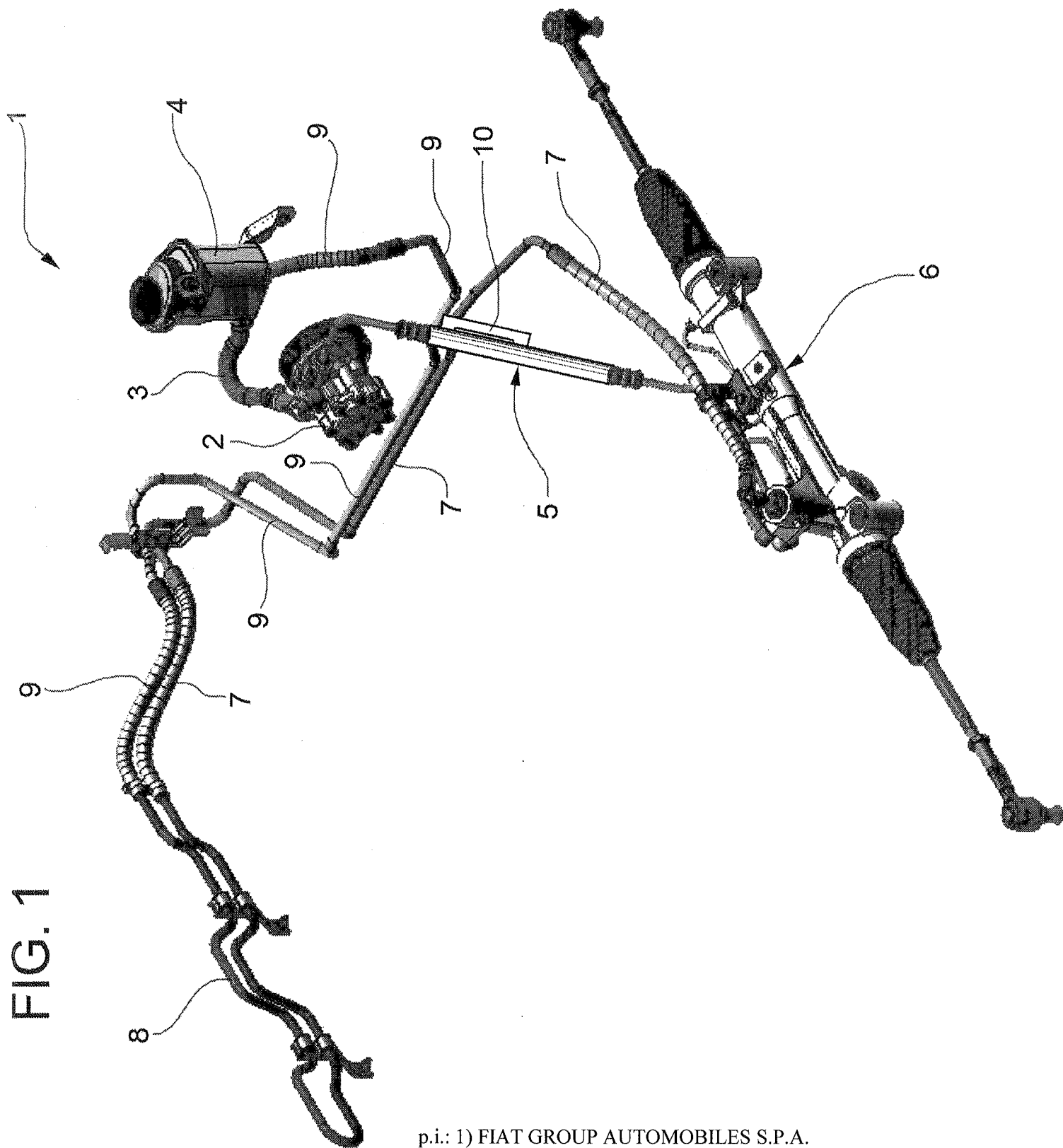
8. Condotto (30) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che i detti primo e secondo raccordo (16, 17) presentano rispettive protuberanze affacciate (16a,

17a) che sono innestate a tenuta di fluido nelle opposte estremità di un elemento tubolare intermedio rigido (22) definente la detta camera (12).

p.i.: 1) FIAT GROUP AUTOMOBILES S.P.A.

2) DAYCO FLUID TECHNOLOGIES S.P.A.

Luigi FRANZOLIN



p.i.: 1) FIAT GROUP AUTOMOBILES S.P.A.
2) DAYCO FLUID TECHNOLOGIES S.P.A.
Luigi FRANZOLIN
(Iscrizione Albo nr. 482/BM)

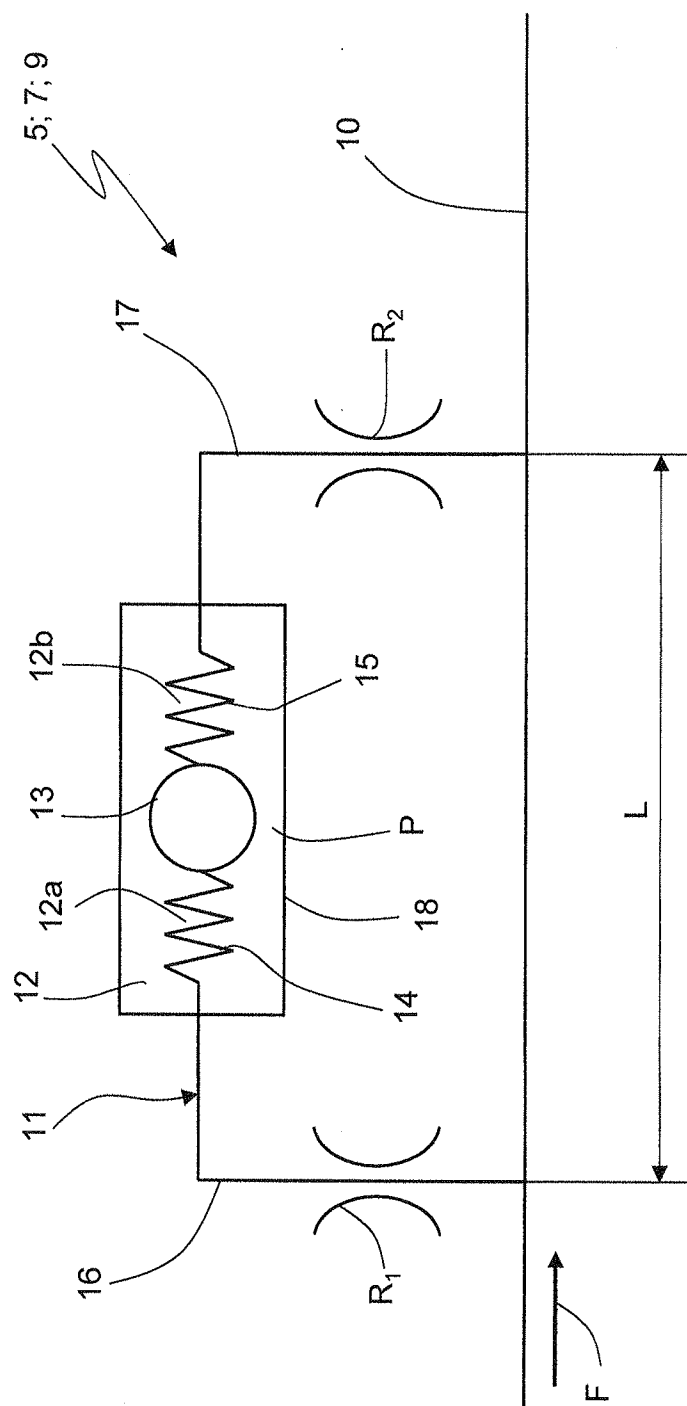


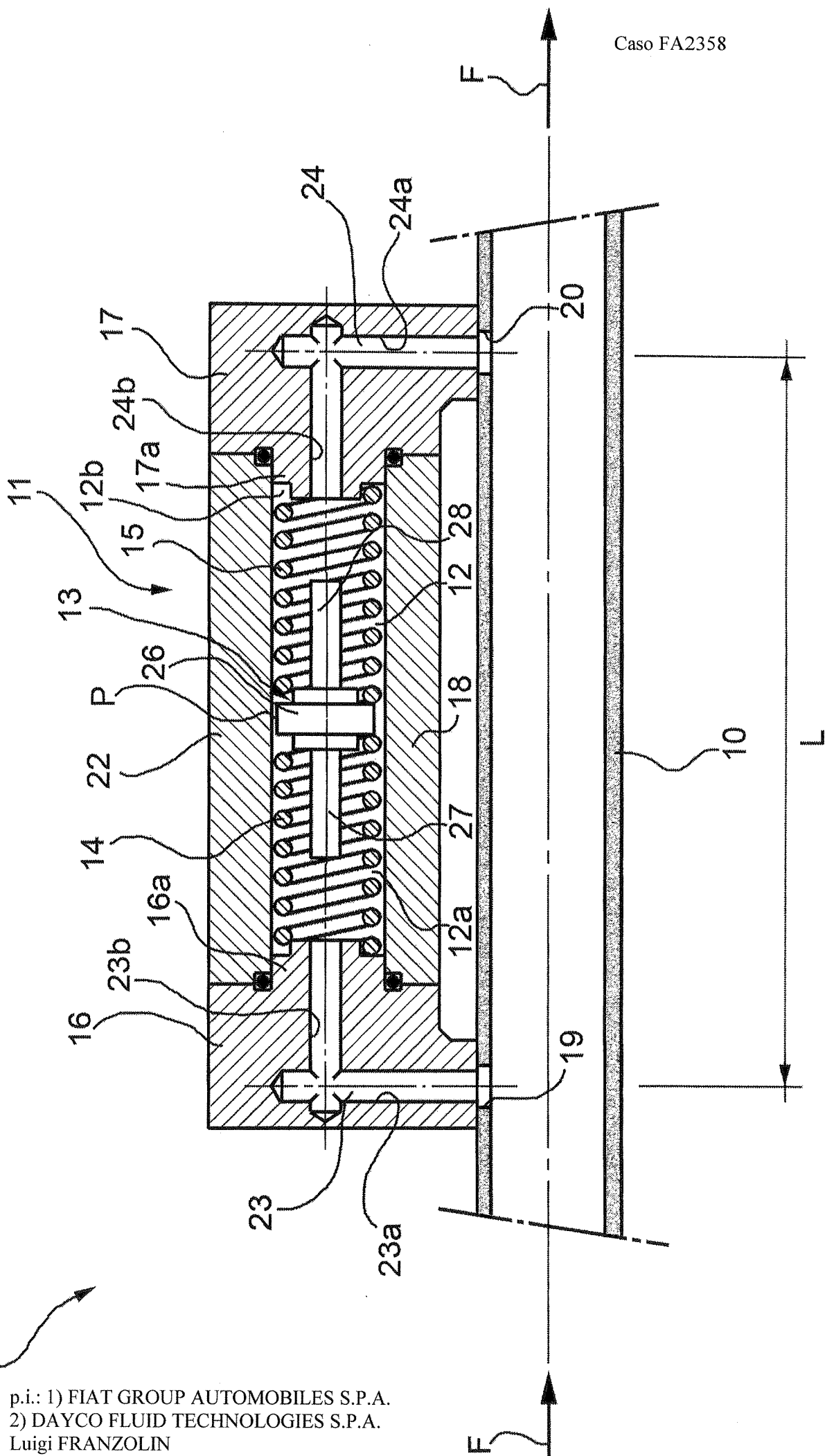
Fig.2

p.i.: 1) FIAT GROUP AUTOMOBILES S.P.A.
 2) DAYCO FLUID TECHNOLOGIES S.P.A.
 Luigi FRANZOLIN
 (Iscrizione Albo nr. 482/BM)

FIG. 3

5;7;9

p.i.: 1) FIAT GROUP AUTOMOBILES S.P.A.
2) DAYCO FLUID TECHNOLOGIES S.P.A.
Luigi FRANZOLIN
(Iscrizione Albo nr. 482/BM)



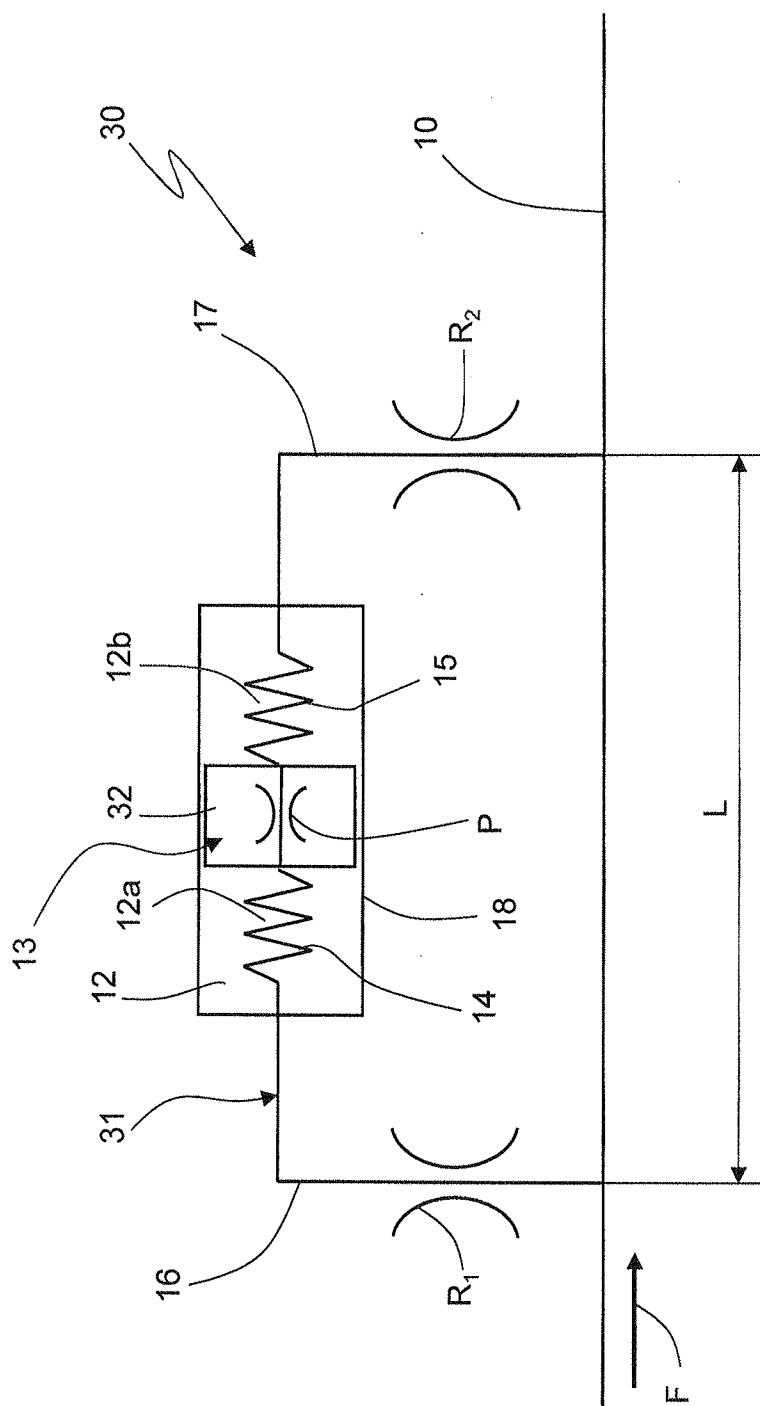


Fig.4

p.i.: 1) FIAT GROUP AUTOMOBILES S.P.A.
 2) DAYCO FLUID TECHNOLOGIES S.P.A.
 Luigi FRANZOLIN
 (Iscrizione Albo nr. 482/BM)

FIG. 5

— senza silenziatore
 — con il silenziatore

