



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

DOMANDA NUMERO	102000900858751
Data Deposito	30/06/2000
Data Pubblicazione	30/12/2001

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	02	M		

Titolo

ATTUATORE PIEZOELETTRICO AUTOCOMPENSATO PER UNA VALVOLA DI CONTROLLO

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Attuatore piezoelettrico autocompensato per una valvola di controllo"

di: C.R.F. Società Consortile per Azioni, nazionalità italiana, Strada Torino 50, 10043 Orbassano (TO)

Inventori designati: Mario MONTUSCHI, Eugenio FAGGIOLI

Depositata il: 30 giugno 2000

TO 2000A 000653

* * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un dispositivo attuatore per una valvola di controllo, e più in particolare un dispositivo attuatore di tipo piezoelettrico del tipo richiamato nel preambolo della rivendicazione 1.

E' nota nella tecnica la soluzione di comandare una valvola di controllo, ad esempio una valvola di controllo per l'iniezione di carburante, per mezzo di attuatori di tipo piezoelettrico. Questi dispositivi sfruttano la deformazione meccanica di un elemento piezoelettrico, e preferibilmente di un organo più complesso quale una barra formata da una serie di tali elementi, per comandare l'azionamento di un otturatore della valvola.

Tradizionalmente, la deformazione meccanica

della barra piezoelettrica consiste in una variazione "positiva" della sua estensione lungo l'asse longitudinale, ossia in un allungamento della barra rispetto ad una sua dimensione di riposo (ciò per non provocare altrimenti il distacco meccanico degli elementi "in serie"). Tale allungamento comporta la traslazione lineare di una estremità libera della barra, accoppiata all'otturatore, rispetto al corpo fisso della valvola cui è vincolata l'estremità opposta e provoca, di conseguenza, l'escursione dell'otturatore rispetto alla sede della valvola tra una posizione di apertura ed una posizione di chiusura.

La deformazione meccanica per effetto piezoelettrico è normalmente assai ridotta, dell'ordine di poche decine di micron, e pertanto confrontabile con le variazioni dimensionali indotte dall'escursione termica che si stabilisce nel funzionamento dei dispositivi cui la valvola di controllo è associata, e con le tolleranze costruttive degli stessi.

Un ulteriore inconveniente si presenta nel garantire un funzionamento efficiente dell'attuatore all'insorgere delle intrinseche derive a lungo termine, in particolare dovute ai componenti meccanici associati all'attuatore, ad esempio per usura della

sede e dell'otturatore della valvola, anch'esse di grandezza confrontabile con le deformazioni dovute all'effetto piezoelettrico.

Scopo dell'invenzione è quello di fornire un dispositivo attuatore di tipo piezoelettrico per una valvola di controllo che non presenti gli inconvenienti dei dispositivi secondo la tecnica nota, ma permetta di controllare efficacemente l'escursione dell'otturatore della valvola, indipendentemente dalle tolleranze costruttive in gioco e/o dalle alterazioni dimensionali spurie dell'organo piezoelettrico di azionamento che possono intervenire durante il funzionamento del dispositivo stesso.

Secondo la presente invenzione tale scopo viene raggiunto grazie ad un dispositivo attuatore avente le caratteristiche richiamate nella rivendicazione 1.

In sintesi, la presente invenzione si fonda sul principio di vincolare in modo adattativo un'estremità dell'organo piezoelettrico di azionamento al corpo fisso di riferimento della valvola rispetto a cui sono definite le deformazioni meccaniche di detto organo, quindi con possibilità di compensare le tolleranze iniziali e tutte le possibili variazioni dimensionali spurie che possono intervenire (defor-

mazioni termiche, alterazioni dimensionali a lungo termine).

In altri termini, l'accoppiamento tra l'organo piezoelettrico di azionamento ed il corpo fisso di riferimento della valvola è realizzato in modo tale da essere variabile e regolabile durante il funzionamento per cui il sistema può dirsi autocompensato.

L'accoppiamento di tipo adattativo può essere ottenuto in modo elettromagnetico, piezoelettrico o idraulico, direttamente o per mezzo di un organo intermedio, come verrà descritto in dettaglio nel seguito con riferimento alle forme di realizzazione attualmente preferite.

E' previsto che un sistema elettronico di regolazione dell'accoppiamento tra l'organo piezoelettrico di azionamento ed il corpo fisso di riferimento sia integrato con il sistema elettronico di controllo del dispositivo attuatore e direttamente nel corpo della valvola; esso potrà essere controllato in temperatura (sostanzialmente refrigerato) per mezzo dello stesso fluido controllato dalla valvola, secondo una soluzione per sé nota.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione verranno più dettagliatamente esposti nella descrizione particolareggiata seguente delle sue

forme di realizzazione preferite, data a titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

la figura 1 è una illustrazione schematica, in sezione longitudinale, di una prima forma di realizzazione di un dispositivo attuatore per una valvola di controllo secondo l'invenzione, in cui l'accoppiamento tra l'organo piezoelettrico di azionamento ed il corpo fisso di riferimento della valvola è ottenuto per via elettromagnetica;

la figura 2 è una illustrazione schematica, in sezione longitudinale, di una seconda forma di realizzazione di un dispositivo secondo l'invenzione, in cui l'accoppiamento tra l'organo piezoelettrico di azionamento ed il corpo fisso di riferimento della valvola è ottenuto per via elettromagnetica;

la figura 3 mostra un particolare, in sezione longitudinale, di una terza forma di realizzazione di un dispositivo secondo l'invenzione, in cui l'accoppiamento tra l'organo piezoelettrico di azionamento ed il corpo fisso di riferimento della valvola è ottenuto per via piezoelettrica;

la figura 3a è una vista in sezione trasversale secondo la linea IIIa-IIIa del dispositivo della figura 3;

la figura 4 è uno schema a blocchi circuitale di un circuito di controllo per un dispositivo attuatore secondo l'invenzione; e

la figura 5 mostra una serie di digrammi temporali che rappresentano il funzionamento del dispositivo attuatore secondo l'invenzione.

Un dispositivo attuatore di tipo piezoelettrico secondo una prima forma di realizzazione dell'invenzione è raffigurato parzialmente in figura 1 ed indicato con 10. Nell'esempio è descritta una possibile applicazione ad una valvola di controllo di tipo on-off per l'iniezione di carburante o combustibile Diesel, ma tale possibilità esecutiva, qui adottata per semplicità di trattazione, è da intendersi come puramente indicativa.

Il dispositivo attuatore 10 comprende un organo piezoelettrico di azionamento 12 di forma allungata orientato lungo un asse longitudinale del dispositivo e composto da una pluralità di elementi (una pila) disposti in successione tra una coppia di elettrodi di estremità 14, 16.

Una prima estremità 20 dell'organo piezoelettrico è vincolata meccanicamente ad un organo di supporto 22 mobile conformato a bicchiere, mentre la seconda estremità 24 è libera rispetto a tale organo

di supporto 22, ed in particolare suscettibile di traslare longitudinalmente per effetto delle variazioni di estensione dell'organo di azionamento 12 stesso dovute alle sue proprietà piezoelettriche.

L'organo di supporto 22, realizzato in materiale ferromagnetico, è contenuto entro un corpo fisso di riferimento 26 coassiale, anch'esso conformato a bicchiere ed in materiale ferromagnetico, e può scorrere a dolce attrito in direzione assiale. L'escursione possibile è ridotta, ed è dell'ordine delle tolleranze e delle variazioni dimensionali da correggere (pochi decimi di millimetro). Convenientemente è previsto che lo scorrimento avvenga in seguito a lubrificazione delle parti per mezzo del fluido controllato, che viene fatto penetrare in tale zona in una fase di "scarico".

L'organo di azionamento 12 reca alla propria estremità libera 24 un otturatore 30 della valvola atto ad impegnarsi in una corrispondente sede 32 per regolare il flusso del fluido sotto controllo.

L'otturatore 30 è mantenuto normalmente in posizione di chiusura in virtù dell'azione in compressione di una molla 34 disposta tra l'estremità libera 24 dell'organo di azionamento 12 ed una parete 36 solidale al corpo fisso della valvola e provvista di

SECRET & PERMANENT

un foro di guida assiale per lo scorrimento dello stelo dell'otturatore. L'otturatore è inoltre mantenuto chiuso dalla pressione del fluido da controllare, indicata con le frecce in figura.

Il corpo fisso di riferimento 26 presenta inoltre, in corrispondenza di almeno una porzione longitudinale della sua parete laterale, un avvolgimento elettrico disposto in modo tale da realizzare un elettromagnete coassiale 40 di blocco.

In questa forma di realizzazione l'accoppiamento adattativo tra un'estremità dell'organo piezoelettrico di azionamento 12 ed il corpo fisso 26 di riferimento è ottenuto per via elettromagnetica.

In condizione di riposo, l'otturatore 30 è in posizione di chiusura. La molla 34 è atta a mantenere l'otturatore in tale posizione anche in assenza di pressione del fluido, vincendo le forze d'attrito tra l'organo di supporto 20 ed il corpo fisso di riferimento 26, così da garantire ragionevoli margini di sicurezza. L'organo di supporto 22 è liberamente scorrevole entro il corpo fisso di riferimento 26.

La posizione di chiusura definita dall'azione della molla 34 e dalla pressione del fluido tiene conto delle reali dimensioni dell'organo piezoelettrico e dei componenti meccanici della valvola a ri-

posso, nonché delle tolleranze costruttive in gioco. In funzione di tale posizione, l'organo di sopporto 22 raggiunge entro il corpo fisso 26 una prima posizione di riferimento.

All'attivazione del dispositivo attuatore l'elettromagnete 40 eccitato interviene a bloccare nella posizione corrente l'organo di sopporto 22 rispetto al corpo 26 per attrazione radiale ed attrito. L'organo di sopporto 22 è così reso solidale con il corpo fisso di riferimento 26.

L'apertura della valvola viene ottenuta sollecitando elettricamente l'organo piezoelettrico 12 attraverso gli elettrodi d'estremità 14, 16 in modo tale da provocarne l'estensione assiale, ossia determinare la traslazione assiale dell'estremità libera 24 rispetto all'estremità 20 solidale al corpo 26 vincendo la forza di contrasto della molla 34, e quindi - in ultima analisi - comandare l'allontanamento dell'otturatore 30 dalla sede 32 e l'apertura della luce di efflusso della valvola.

L'azionamento dell'attuatore secondo l'invenzione è caratterizzato da un'elevata precisione poiché le deformazioni in lunghezza dell'organo piezoelettrico di azionamento 12 sono trasmesse all'otturatore 30 della valvola come comando utile di varia-

INVENTE A PERAN 1.2.2

zione della posizione rispetto alla sua sede 32, e non anche per recuperare le variazioni dimensionali spurie occorse al dispositivo stesso.

Il ritorno dell'otturatore in posizione di chiusura può essere effettuato rapidamente annullando il comando all'organo di azionamento 12 od anche dando un opportuno comando di segno contrario, senza tuttavia indurre sostanziali deformazioni in contrazione, poiché non sostenibili, ad esempio, dal materiale piezoelettrico tradizionalmente impiegato (serie di dischi "in pila").

Quest'ultima soluzione è tuttavia adottabile efficacemente nel dispositivo secondo l'invenzione poiché questo assicura tolleranze praticamente nulle in ogni momento della vita operativa del dispositivo.

Vantaggiosamente, l'elettromagnete di blocco 40 non ha esigenze di elevate velocità di risposta, e pertanto presenta un basso consumo di potenza.

Nel funzionamento continuato del dispositivo attuatore interviene normalmente un riscaldamento progressivo, causa di possibili variazioni dimensionali dei componenti. L'elettromagnete di blocco 40 viene quindi diseccitato periodicamente, così da consentire gli spostamenti (micrometrici) relativi

AGRICULTURE & FISHERIES

AGRICULTURE & FISHERIES

AGRICULTURE & FISHERIES

ratteristiche di accuratezza e stabilità meccaniche e di dilatazione termica. In particolare, questa soluzione apre la strada all'applicazione di dispositivi attuatori del tipo descritto con corsa relativamente elevata per il controllo dell'alzata delle valvole motore.

Una seconda forma di realizzazione di un dispositivo attuatore con accoppiamento adattativo ottenuto per via elettromagnetica è illustrata nella figura 2, in cui elementi o componenti identici o funzionalmente equivalenti sono stati indicati con gli stessi riferimenti numerici.

La soluzione, come apparirà chiaramente ad un esperto del ramo, è ottenuta per semplice inversione rispetto all'esempio della figura 1. In particolare, è raffigurato un complesso di otturatore più semplice, in cui lo stelo non occupa parte della luce di efflusso della valvola. La realizzazione prevede tuttavia che, oltre alla molla di pressione 34, che agisce sull'estremità libera 24 dell'organo di azionamento piezoelettrico 12 per mantenere l'otturatore 30 in una posizione di chiusura a riposo, venga impiegata una seconda molla di contatto 42 per controllare l'escursione dell'organo di supporto 22 entro il corpo fisso di riferimento 26, mantenendo

sempre "a contatto" i dischi piezoelettrici della "pila".

Un'ulteriore forma di realizzazione, in cui invece l'accoppiamento tra l'organo di azionamento 12 ed il corpo fisso di riferimento 26 della valvola è ottenuto per via piezoelettrica anziché elettromagnetica, è illustrata nelle figure 3 e 3a, con particolare riferimento alle differenze rispetto alle soluzioni preferite descritte sopra.

L'organo di supporto 22 mobile, intermedio nell'accoppiamento tra l'organo piezoelettrico di azionamento 12 ed il corpo fisso di riferimento 26 della valvola, comprende una coppia di pattini contrapposti 50, 51 disposti longitudinalmente in corrispondenza di almeno una porzione del corpo a bicchiere 26. Comprende inoltre un elemento di connessione 52 che accoppia i pattini 50, 51 tra loro e con una prima estremità 20 dell'organo piezoelettrico 12.

Secondo questa forma di realizzazione, l'accoppiamento regolabile è ottenuto attraverso un organo piezoelettrico di bloccaggio 54 disposto diametralmente tra i pattini 50, 51. E' necessario, naturalmente, che la deformazione meccanica ("corsa") dell'organo di bloccaggio 54 per effetto piezoelet-

trico sia convenientemente superiore alla distanza che separa i pattini dalla parete laterale del corpo fisso 26, tenuto conto delle tolleranze meccaniche, delle eventuali dilatazioni termiche e della stabilità dimensionale a lungo termine dei componenti meccanici coinvolti.

Come si comprende dalle figure, l'organo piezoelettrico di bloccaggio 54 agisce sempre in compressione sui pattini 50, 51 portandoli a contatto con la parete interna del corpo fisso 26 e bloccando per attrito la possibilità di scorrimento dell'organo di sopporto 22, analogamente a quanto avviene in un sistema di frenatura a tamburo. Per agevolare la corsa dei pattini nelle operazioni di bloccaggio, l'elemento di connessione 52 presenta convenientemente una struttura con flessibilità radiale, ad esempio ottenuta con la predisposizione di tagli longitudinali.

Una ulteriore soluzione alternativa (non illustrata), ricompresa nell'ambito della presente invenzione, prevede che l'organo di sopporto mobile 22 possa essere bloccato al corpo fisso 26 per mezzo di uno o più organi di incaglio. Detti organi possono essere realizzati solidali al corpo fisso 26 od all'organo di sopporto 22, e possono essere conve-

nientemente comandati per via idraulica, ad esempio per mezzo di una parte del fluido controllato dalla valvola, impiegato in ricircolo.

Negli esempi di realizzazione suesposti l'integrazione del comando elettronico per la regolazione dell'accoppiamento tra l'organo piezoelettrico di azionamento 12 ed il corpo fisso di riferimento 26 con il controllo elettronico del dispositivo attuatore risulta anch'essa importante.

In figura 4 è mostrato uno schema a blocchi funzionale di un circuito di controllo preferito. Gli elettrodi 14, 16 dell'organo piezoelettrico di azionamento 12 sono indicati nel blocco unico 60. L'attuazione della valvola è comandata attraverso sollecitazioni elettriche indotte agli elettrodi sotto forma di treno di impulsi a larghezza modulata (PWM), prodotti da un generatore 62 alimentato da una sorgente elettrica tramite il collegamento l_1 . Il generatore di impulsi 62 è accoppiato al blocco elettrodi 60 tramite un commutatore 64 controllato ad un ingresso di pilotaggio da un circuito di comando dell'iniezione (non raffigurato) attraverso il collegamento l_2 .

Con il blocco 66 è indicato il modulo circuitale per il bloccaggio del riferimento per l'organo di

azionamento 12 secondo una delle soluzioni descritte (elettromagnete 40, organo piezoelettrico di blocco 54), anch'esso alimentato dalla sorgente elettrica tramite il collegamento l_1 .

Il modulo circuitale 66 è accoppiato al proprio ingresso con un circuito logico di bloccaggio 68 che riceve l'alimentazione attraverso il collegamento l_1 ed è pilotato dal circuito di comando dell'iniezione (non raffigurato) attraverso il collegamento l_2 , in comune con il commutatore 64.

Secondo la soluzione preferita descritta, vantaggiosamente si diminuisce la lunghezza dei collegamenti elettrici, in particolare delle connessioni ad alta tensione, e si possono realizzare circuiti logici di gestione dell'attivazione della valvola e di regolazione del sistema di riferimento per l'organo di azionamento su un unico substrato.

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto ed illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza per questo uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione definito dalle rivendicazioni allegate.

ACQUAILE & FRANI S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo attuatore per una valvola di controllo, comprendente un organo piezoelettrico di azionamento (12) atto a comandare il movimento di un otturatore (30) della valvola tra una posizione di apertura ed una posizione di chiusura, in cui detto organo (12) presenta una porzione di riferimento (20) destinata ad essere accoppiata ad una parte fissa (26) del dispositivo, ed una porzione libera (24) destinata ad essere accoppiata a detto otturatore (30), la porzione libera (24) essendo mobile rispetto alla porzione di riferimento (20) in seguito alle deformazioni meccaniche indotte per effetto piezoelettrico in detto organo di azionamento (12),

il dispositivo essendo caratterizzato dal fatto che detta porzione di riferimento (20) dell'organo di azionamento (12) è selettivamente controllabile tra una condizione di bloccaggio in una posizione di riferimento, in cui essa è resa solidale con la parte fissa (26) del dispositivo, ed una condizione libera, in cui essa è mobile rispetto a detta parte fissa (26).

2. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che comprende mezzi

(34) per portare detto organo di azionamento (12) in una posizione di riferimento a riposo corrispondente ad una condizione di riposo della valvola, rispetto alla quale sono definite dette posizioni di apertura e di chiusura, e mezzi (40; 50, 51, 54) per il bloccaggio di detta porzione di riferimento (20) dell'organo di azionamento (12) nella posizione di riferimento così raggiunta.

3. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per portare l'organo di azionamento (12) nella posizione di riferimento comprendono una molla di contrasto (34) associata alla parte fissa (36, 26) del dispositivo ed agente sulla porzione libera di detto organo (12) quando esso non è elettricamente sollecitato.

4. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detta porzione di riferimento (20) dell'organo di azionamento (12) è vincolata ad un organo di sopporto (22) mobile rispetto alla parte fissa (26) del dispositivo.

5. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detta parte fissa (26) presenta una porzione conformata a bicchiere nel cui cavità è assialmente disposto detto or-

gano di azionamento (12), e dal fatto che detto organo di sopporto (22) è suscettibile di scorrere assialmente entro detta cavità.

6. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detto organo di sopporto (22) è suscettibile di essere bloccato rispetto alla parte fissa (26) del dispositivo per attrazione magnetica verso detta parte fissa.

7. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di bloccaggio comprendono un avvolgimento elettrico (40) associato a detta parte fissa (26) e disposto sostanzialmente coassiale a detto organo di sopporto (22), detto organo (22) essendo suscettibile di essere attratto magneticamente in direzione radiale verso la parte fissa (26) del dispositivo quando detto avvolgimento (40) è eccitato.

8. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che è predisposto per convogliare parte del fluido controllato dalla valvola in una intercapedine prevista tra detto organo di sopporto (22) e detta parte fissa (26) del dispositivo in modo tale da consentire la lubrificazione di dette parti (22, 26).

9. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione

ne 5, caratterizzato dal fatto che detto organo di sopporto (22) è suscettibile di essere bloccato rispetto alla parte fissa (26) del dispositivo per attrito.

10. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di bloccaggio comprendono almeno una coppia di pattini (50, 51) contrapposti associati a detto organo di sopporto (22), ed un corrispondente organo piezoelettrico di bloccaggio (54) disposto diametralmente tra i pattini (50, 51) ed atto ad allontanare reciprocamente detti pattini (50, 51) fino a portarli a contatto con la parte fissa (26) del dispositivo in seguito alle deformazioni meccaniche indotte in esso per effetto piezoelettrico.

11. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di bloccaggio comprendono una pluralità di organi di incaglio associati a detta parte fissa (26) ed atti ad impegnarsi con detto organo piezoelettrico di azionamento (12) in seguito ad un comando di attivazione impartito per via idraulica.

12. Dispositivo attuatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, atto ad essere controllato per mezzo di un circuito elettronico di

MODALITÀ: A. PERMANENTE

pilotaggio (60-64), caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un circuito elettronico di comando (66, 68) dei mezzi di bloccaggio (40; 50, 51, 54) integrato con detto circuito di pilotaggio (60-64) dell'attuatore.

13. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detto circuito elettronico di comando (66, 68) è predisposto per l'attivazione periodica dei mezzi di bloccaggio (40; 50, 51, 54).

14. Dispositivo attuatore secondo la rivendicazione 12 o 13, caratterizzato dal fatto che è predisposto per convogliare parte del fluido controllato dalla valvola verso detti circuito elettronico di comando (66, 68) dei mezzi di bloccaggio (40; 50, 51, 54) e detto circuito di pilotaggio (60-64) dell'attuatore in modo tale da consentire il raffreddamento di detti circuiti (60-64; 66, 68).

PER INCARICO

Ing. Paolo RANDELLI
N. Iscriz. AIBO 435
fide proprio e per gli altri



FIG. 1

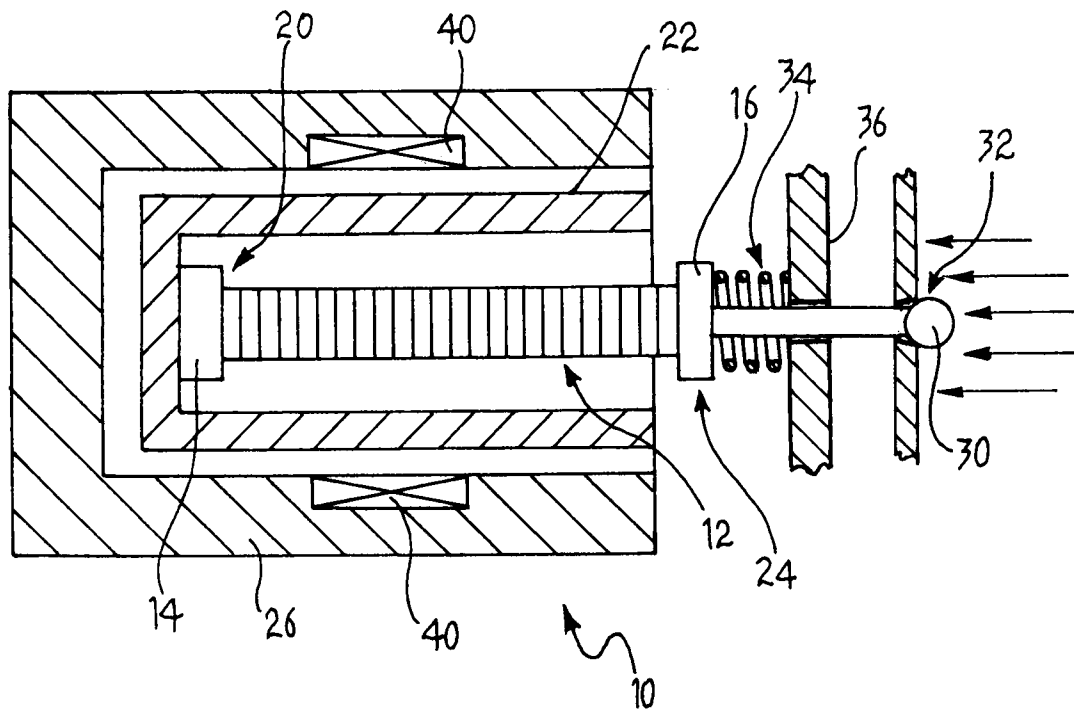


FIG. 2

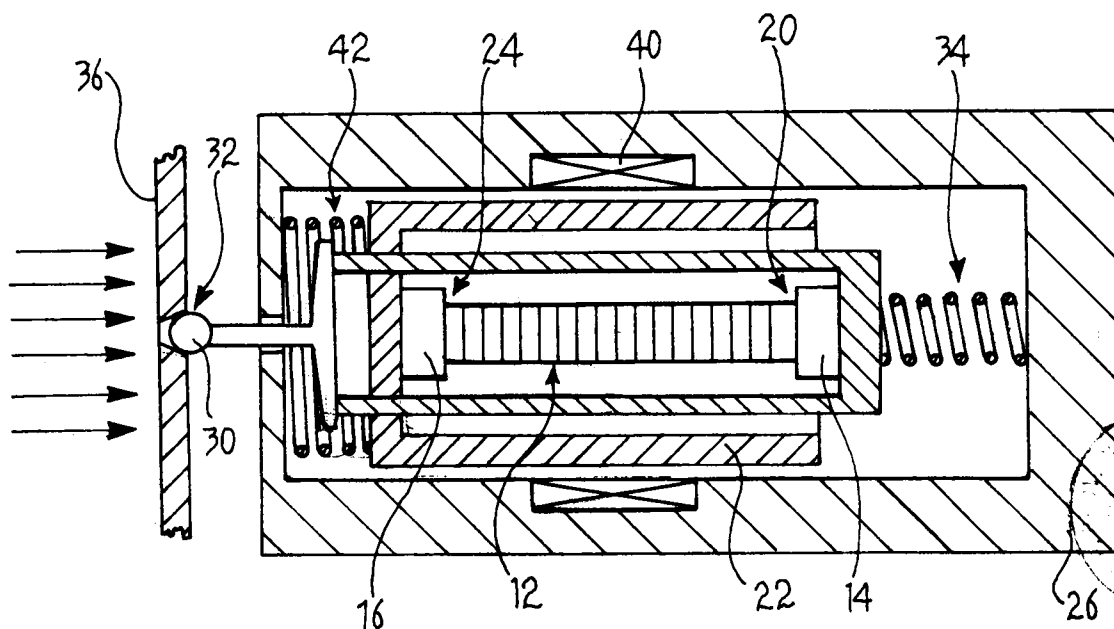


FIG. 3

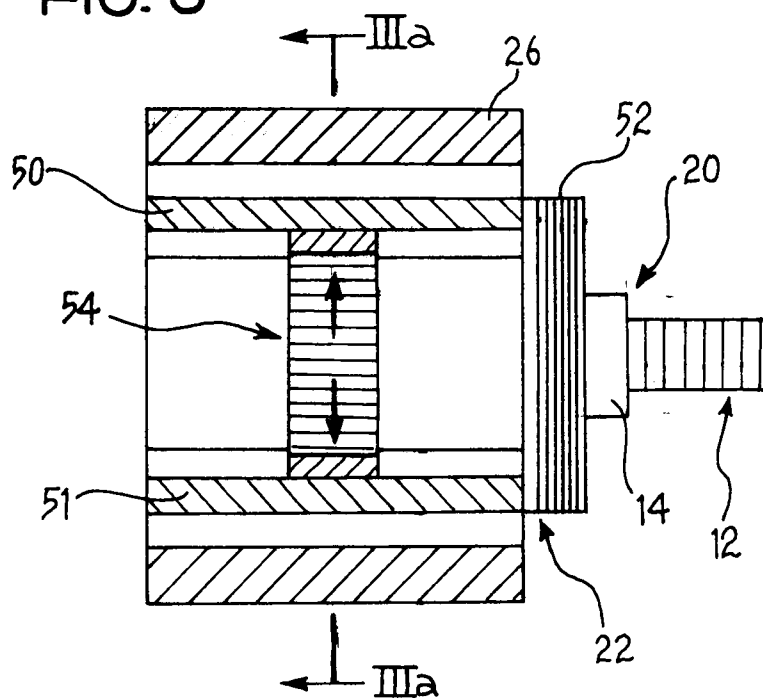
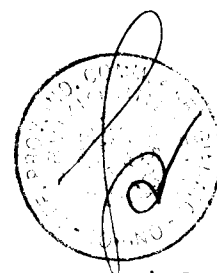
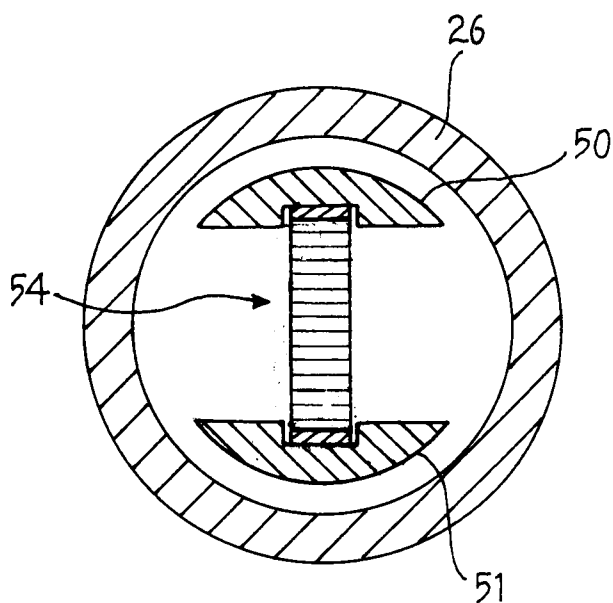


FIG. 3a



L

Per incarico di C.R.F. SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI N. iscriz. ALBO 488
 (to proprio e per gli altri)

Ing. Angelo GERBINO

Angelo Gerbino

FIG. 4

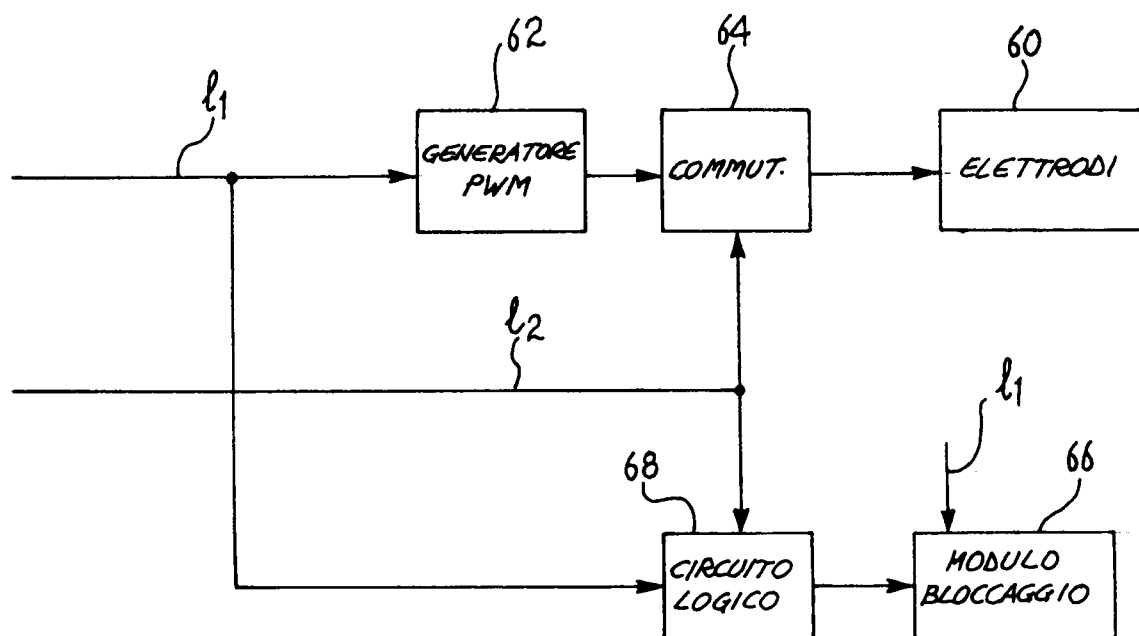


FIG. 5

