



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101995900481621
Data Deposito	29/11/1995
Data Pubblicazione	29/05/1997

Priorità	P4442384.5
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	

Priorità	19528452.6
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	

Priorità	19538624.8
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	C		

Titolo

MANDRINO PER IL SUPPORTO GASSOSO DI UN UTENSILE ROTANTE AD ALTA VELOCITA',
IN PARTICOLARE PER IL SUPPORTO AEROSTATICO DI UN ROTORE LIBERO

WNH.001

Notarbartolo & Gervasi s.r.l.

Descrizione dell'Invenzione Industriale dal titolo:

"Mandrino per il supporto gassoso di un utensile rotante ad alta velocità, in particolare per il supporto aerostatico di un rotore libero"

a nome di WANGER GERHARD

residente in ARBERG (GERMANIA)

29 NOV. 1995

Inventore designato WANGER GERHARD

depositata il

con n.

MI 95 A 2489

* * * * *

Finora per il supporto di un rotore sono stati utilizzati principalmente i ben noti e sicuri supporti a dischi gemelli (cuscinetti "twin-disk") del tipo a rulli. Si tratta in questo caso di un rotore che si trova in corrispondenza di una estremità di un albero, detto albero trovandosi tra una cinghia di trasmissione e due cuscinetti a rulli, i quali hanno entrambi un diametro 10 volte più grande dell'albero e sono ricoperti di gomma. Per mezzo di questo rapporto di 1:10 la durata del cuscinetto a sfere viene aumentata considerevolmente in confronto a un supporto diretto a rulli in cui è necessario avere una velocità di rotazione 10 volte maggiore. Pertanto i rulli e i cuscinetti a sfera devono essere rinnovati dopo circa 20000 ore a causa dell'usura. Il cuscinetto "twin-disk" possiede l'indubbio vantaggio di sopportare carichi relativamente alti e grazie allo strato di gomma sui rulli e alla movimentazione della cinghia l'albero insieme al rotore viene portato nell'ambito di

oscillazione ipercritica, in modo che possono essere minimizzate le forze di squilibrio sul cuscinetto. Tale cuscinetto viene descritto nei particolari per esempio nel documento DE 25 25 435 B1. In questo documento si trova anche un cuscinetto di supporto (vedi colonna 4, paragrafo superiore), ma in un contesto del tutto differente rispetto al cuscinetto 4 descritto nelle rivendicazioni della presente invenzione.

Per questo uso è stato spesso proposto l'impiego di un cuscinetto aerostatico, dato che non vi è usura del cuscinetto. Come è descritto, per esempio, nel documento DE-AS 23 49 072, il rotore è collegato stabilmente con l'albero supportato aerostaticamente; in questo modo il cuscinetto non può sostenere il notevole carico dovuto alle forze di squilibrio sul rotore.

Nei nebulizzatori di vernice, per esempio, nonostante si impieghi spesso un cuscinetto aerostatico, è normale trovare un bloccaggio del nebulizzatore direttamente sull'albero rotante, dove si possono sviluppare piccole forze di squilibrio oppure una leggera eccentricità della sede del nebulizzatore sull'albero che porterebbero a un sovraccarico del cuscinetto aerostatico.

Poiché a parità di grandezza la capacità di carico del cuscinetto a gas è minore di diversi ordini a quella dei cuscinetti a rulli, il loro utilizzo non era stato finora possibile. Inoltre un piccolo sovraccarico del cuscinetto dovuto a una velocità di rotazione maggiore porta a guasti irreparabili. A parte i rotori, i cuscinetti a gas potrebbero essere utilizzati anche per altri

utensili rotanti ad alta velocità. Ad esempio: la testa di un nebulizzatore per vernici, il rotore di una centrifuga, un utensile ottico, come prismi, poligoni o similari. Invece dell'aria per i supporti possono essere utilizzati altri tipi di gas. Il supporto può essere di tipo statico o dinamico. Il compito da risolvere, quindi, è trovare un cuscinetto per utensili che ruotano ad alta velocità che funga da supporto aerostatico del rotore, il quale non sia sovraccaricato dalle forze insorgenti come per esempio le forze di squilibrio, in modo che possa essere evitata la distruzione del cuscinetto causata dall'eventuale sovraccarico e si possa arrivare ad una fase di oscillazione ipercritica. Dopo numerosi tentativi è stato visto che è necessario avere giochi grandi (compresi in $1/10$ mm); ciò porta però a un notevole consumo di aria cosicché i costi energetici sono insostenibili. Si è pertanto cercato di vedere se era possibile avere un supporto ipercritico del rotore in presenza di giochi più stretti ($8-12$ μ m). Fissando in modo elastico gli anelli del cuscinetto (in particolare i gusci del cuscinetto) su O-ring si può raggiungere la velocità ipercritica; dato che però il gioco di aria si trova nel campo di oscillazione, e quindi deve trasmettere le forze inerziali di equilibrio, non si ha l'insorgenza delle masse di squilibrio necessarie.

Come ultima possibilità è stata presa in considerazione una sospensione ipercritica del rotore anche nell'albero di supporto

aerostatico. In questo caso il rotore è stato sospeso all'appendice libera di oscillare (per esempio una barra) le cui dimensioni sono concepite in modo che sia possibile l'attraversamento della prima oscillazione propria (risonanza) con una velocità di rotazione relativamente bassa. L'ampiezza di oscillazione nel percorso di risonanza era tuttavia così grande, che il cuscinetto aerostatico veniva sovraccaricato. Un supporto alla estremità dell'appendice con un gioco sufficiente per consentire una oscillazione libera della appendice nel campo di velocità di rotazione ipercritica ha portato finalmente alla risoluzione del problema (rivendicazione 1). Questo supporto entra in funzione solo quando la ampiezza di oscillazione alla estremità dell'appendice con il rotore è maggiore del gioco del cuscinetto. Non appena il rotore attraversa la zona ipercritica viene escluso il contatto tra cuscinetto e appendice. Per questa ragione è necessario che il gioco del cuscinetto sia almeno due volte il gioco del cuscinetto radiale aerostatico. Grazie a questa sospensione del rotore, oltre al vantaggio di avere un cuscinetto che si usura poco, si è potuto ottenere anche un cuscinetto aerostatico non sovraccaricato da forze di squilibrio. Per accorciare la lunghezza del mandrino e per limitare le forze di squilibrio che dal rotore vanno verso il cuscinetto aerostatico, l'appendice libera di oscillare viene posta in gran parte in un foro centrale dell'albero aerostatico di supporto. Per oltrepassare la prima oscillazione propria dell'appendice con

una velocità di rotazione minore, la lunghezza della appendice deve essere almeno 4 volte maggiore del diametro minore dell'appendice. Poiché la seconda oscillazione propria della appendice deve essere sufficientemente lontana dalla velocità di rotazione di lavoro, è necessario un aumento di diametro della appendice in corrispondenza del punto di fissaggio al rotore (rivendicazione 2).

Un ulteriore problema è rappresentato dal fissaggio dell'appendice nel foro dell'albero. Per prima cosa si è provato con una filettatura, cosa che in un funzionamento prolungato aveva come conseguenza, a causa della sollecitazione dinamicamente molto variabile, un allentamento causato da assestamenti della filettatura stessa. La produzione di un collegamento a pressione comportava costi molto più alti, poiché l'accoppiamento doveva essere realizzato con tolleranze strettissime (da 5 a 10 μm) per impedire l'increspatura della appendice a causa di sollecitazioni di accoppiamento troppo alte. Apponendo o introducendo sulla appendice o nell'albero una filettatura si è fatto in modo che la forza di compressione si trovi entro confini tollerabili con tolleranze di 1/10 mm, senza insorgenza di cricche sulla appendice (rivendicazione 3).

Usando un cuscinetto aerostatico si può assicurare la sostituzione del rotore. Pertanto le forme di realizzazione hanno un collegamento smontabile tra l'albero e il rotore. Ciò ha come conseguenza che in ogni cambio del rotore anche il mandrino deve

essere cambiato o si deve introdurre un accoppiamento caro e preciso tra l'albero e il rotore (campo di tolleranza 0,002 mm), perché proprio con una sede scarsamente eccentrica del rotore le forze di squilibrio sorpassano il carico limite del cuscinetto aerostatico.

Introducendo il collegamento mobile alla estremità della suddetta appendice dell'albero aerostatico di supporto, il collegamento si può realizzare con una ampia tolleranza (0,05 mm), dato che la tolleranza si trova entro l'intervallo di oscillazione ipercritico che si può raggiungere con una velocità di rotazione relativamente bassa.

In alcune realizzazioni è anche necessario che l'appendice preveda un foro attraverso il quale possa essere introdotto un materiale (per esempio, vernice, fibre di cotone, ecc.). Per questo è previsto un certo diametro minimo, e l'oscillazione libera si ottiene grazie al fatto che lo spessore delle pareti dell'appendice tra l'elemento di collegamento a pressione dell'albero e il cuscinetto dell'appendice è realizzato appositamente sottile (rivendicazione 4).

E' stato trovato che un cuscinetto radiale supplementare alla estremità libera dell'elemento motore aumenta in maniera considerevole la resistenza assiale del cuscinetto aerostatico. Per ottenere inoltre un supporto poco usurabile è utile utilizzare come cuscinetto radiale supplementare un cuscinetto aerostatico. La disposizione mediana dell'elemento motore tra i

due cuscinetti aerostatici porta a un carico privo di coppie di rovesciamento. Quindi si forma un restringimento uniforme sulla intera lunghezza del cuscinetto dei due giochi e si ha una vantaggiosa suddivisione di pressione che porta a una capacità di carico dei cuscinetti aerostatici molto maggiore.

Per motivi di realizzazione tecnica è vantaggioso realizzare in un unico pezzo la parte dell'albero sostenuta in un cuscinetto radiale all'estremità libera dell'elemento motore e l'appendice libera di ruotare alla cui estremità è fissato il rotore. Per bloccare la parte dell'albero che si trova tra il rotore e l'elemento motore sulla parte posteriore dell'albero è previsto un accoppiamento a pressione vantaggioso nell'ambito dell'elemento motore.

In una forma di realizzazione della presente invenzione i due cuscinetti assiali aerostatici si trovano alle estremità dell'albero che passano da un diametro maggiore di cuscinetto a un diametro interno minore. Per ridurre la usura del cuscinetto radiale il diametro del cuscinetto deve essere rimpicciolito; ciò ha comportato il problema che il cuscinetto assiale ha portato l'insorgenza di oscillazioni assiali auto-esaltanti. E' quindi vantaggioso apporre a una estremità dell'albero un disco che serva come cuscinetto assiale dell'albero da entrambe le parti. A seconda del processo di realizzazione o montaggio è auspicabile realizzare l'albero e il disco in un unico pezzo, oppure collegarli per mezzo di un accoppiamento a pressione o di una

saldatura.

Preparando da una parte sola un magnete permanente che esercita una forza di attrazione sul disco all'estremità dell'albero, si può evitare l'uso di uno dei due cuscinetti assiali aerostatici, cosa che rappresenta un vantaggio tecnico a seconda della forma di realizzazione.

Per mezzo della forza esercitata dalla cinghia sull'elemento motore si ottiene la deformazione dell'albero. E' stato trovato che il cuscinetto aerostatico presenta la massima capacità di carico quando la deformazione del membro di collegamento del cuscinetto è adattata alla deformazione dell'albero vicino all'elemento motore, perché in quel caso si ha un restringimento regolare del gioco per l'intera lunghezza del cuscinetto. Per ottenere questo risultato i due cuscinetti aerostatici devono essere sospesi nel carter del mandrino in modo da presentare una inclinazione sull'asse del mandrino senza resistenza. A questo scopo si prestano corpi a membrana o sospensioni elastiche per mezzo di O-ring.

Dato che il diametro e la lunghezza dell'elemento motore sono prestabilite, il membro di accoppiamento del cuscinetto radiale aerostatico deve essere adattato, per quanto riguarda le sue dimensioni geometriche come lunghezza, larghezza e altezza, in modo tale che con un dato carico effettuato dalla cinghia di trasmissione il membro di accoppiamento del cuscinetto e l'elemento motore dell'albero abbiano circa la stessa flessione.

Secondo una forma di realizzazione della presente invenzione il collegamento mobile per la sostituzione del rotore viene posto alla estremità della appendice libera di oscillare. Qui di seguito viene solo descritta una forma di realizzazione speciale che consente una rapida sostituzione del rotore.

Particolarmente adatta è una chiusura a scatto che, per mezzo della deformazione elastica del pezzo adibito al collegamento, dà vita a una forza di bloccaggio. Come pezzo di collegamento viene utilizzato un anello in acciaio armonico.

Per avere una sede del rotore senza gioco il punto di collegamento deve essere conico. Una fessura sulla periferia dell'anello conferisce una maggiore elasticità grazie alla quale vengono fornite migliori tolleranze di accoppiamento.

Un ulteriore vantaggio di questo collegamento effettuato per mezzo di un anello è dato dal fatto che a causa delle forze centrifughe si ha un allargamento dell'anello con cui il collegamento sviluppa una forza di bloccaggio maggiore durante la fase dinamica.

E' utile anche un impiego supplementare del disco, che già serve da supporto assiale, come freno dell'albero. C'è adesso la possibilità di assicurare un'appendice anulare sul bordo del disco, che formi un gioco radiale con il carter, in cui il liquido viene spinto attraverso un foro, in modo che l'albero possa essere frenato in modo idrodinamico per mezzo dell'attrito del fluido.

Una ulteriore possibilità è costituita dal fatto che il disco viene frenato per mezzo di una guarnizione anulare frenante che è mobile all'interno del carter. La forza che si esercita su questa guarnizione frenante può essere di tipo meccanico, elettromagnetico o pneumatico. Per avere un freno pneumatico la guarnizione frenante viene sospesa su O-ring nel carter, in modo da produrre una chiusura stagna per lo spazio contenuto nel carter provvisto di aria compressa proveniente da un foro.

Un vantaggio di tale disposizione è il ritorno della guarnizione frenante, cosa che si ottiene grazie alle forze di spinta negli O-ring, in modo che la guarnizione non strofini più sul disco alla fine del processo di frenatura.

Verranno qui di seguito descritte alcune forme di realizzazione facendo riferimento alle figure allegate (figure 1-6) prese singolarmente, in cui:

la figura 1 mostra un albero 5 che si trova in un carter 8, e che viene sostenuto aerostaticamente sia in una direzione assiale che in una direzione radiale. Le forme di realizzazione dei cuscinetti aerostatici sono conosciute dall'Arte Anteriore. Il cuscinetto aerostatico qui mostrato viene caratterizzato dal fatto di utilizzare una bassa quantità di aria, dato che l'aria di scarico dei supporti radiali viene utilizzata anche nei supporti assiali.

L'albero in corrispondenza della sua estremità 7 viene posto in movimento per mezzo di una cinghia tangenziale. Nell'albero 5 si

trova un foro nel quale viene fissata un'appendice 2 per mezzo di un elemento di collegamento a pressione. L'appendice si trova sotto forma di una barra 2 alla cui estremità si trova avvitato il rotore 1. Il collegamento a pressione 6 viene realizzato pertanto tra la barra 2 e l'albero 5, in modo che vi sia una filettatura sulla barra 2 o nel foro dell'albero 5 (lo scarto di pressione è di 0,2-0,3 mm). Il diametro della barra 2 porta al rotore 1 con un andamento a gradini. Il diametro più piccolo in prossimità del posto di sostegno 6 tra l'albero e la barra deve essere tanto grande da poter sopportare con sufficiente sicurezza il momento motore ed il momento frenante del rotore 1, ma deve essere così piccolo che la prima oscillazione propria della barra 2 possa essere attraversata con un numero di giri relativamente più basso (con questa forma di realizzazione si tratta di 3 mm). La lunghezza totale della barra 2 è circa 20 volte il diametro più piccolo.

All'estremità della barra, dove è sistemato il rotore 1, si trova un cuscinetto supplementare radiale 4 con un gioco radiale 10-20 volte maggiore del cuscinetto radiale aerostatico 11. Questo cuscinetto viene qui rappresentato come un cuscinetto a strisciamento lubrificato. Così come può anche essere un cuscinetto a rulli presentante un gioco sufficiente. Per avere un buon ammortizzamento sul cuscinetto durante l'attraversamento della prima oscillazione propria, il cuscinetto a strisciamento 4 viene fissato al carter per mezzo di O-Ring 3.

Siccome il rotore 1 a causa dell'usura deve essere cambiato dopo 10000 ore di lavoro non costituisce una grossa spesa la sostituzione del cuscinetto a strisciamento 4 parzialmente consumato. Finora non possono farsi delle asserzioni sulla reale resistenza del cuscinetto a strisciamento 4.

Il rotore è stato progettato per una velocità di rotazione di 120 000 G/min. La prima oscillazione propria della barra 2 avviene a circa 12 000 G/min. Dopo questa soglia il rotore viaggia nell'ambito di oscillazione ipercritica , cioè le forze d'inerzia nel rotore si eguagliano in ogni momento e le forze sul cuscinetto aerostatico sono uguali alle grandi masse di squilibrio. Fino ad una velocità di 11000 G/min il rotore si trova ad una velocità sottocritica.

La figura 2 mostra un albero 5 che aerostaticamente è sostenuto radialmente in un carter 8. Il supporto assiale consiste in una combinazione tra un magnete permanente 12 e in un cuscinetto assiale aerostatico che agisce da una sola parte che viene alimentato da aria da uno spazio radiale. Le forme di realizzazione per i cuscinetti aerostatici sono ben conosciute dall'Arte Anteriore. Il cuscinetto aerostatico che viene qui mostrato viene caratterizzato da un basso consumo d'aria.

L'albero viene posto in movimento per mezzo di una turbina ad aria 9. Nell'albero 5 viene eseguito un foro centrale alla cui estremità si trova un'appendice 2 fissata per mezzo di un elemento di collegamento a pressione 6.

L'appendice è a forma di barra a tubo alla cui estremità è fissata un nebulizzatore di vernici 1 per mezzo di un collegamento filettato. Lo spessore della parete 13 dell'appendice che si trova tra l'elemento di collegamento a pressione 6 ed il cuscinetto 4 dell'appendice è estremamente fine (0,08 mm) in modo da fornire una sufficiente elasticità all'appendice 2 che può vibrare liberamente, in modo che possa essere attraversata la risonanza propria con una velocità compresa tra 6000 ed 8000 G/min. In prossimità dell'estremità che sostiene l'utensile 1 lo spessore dell'appendice aumenta nuovamente, in modo da rendere possibile il sostegno ed il montaggio reversibile dell'utensile.

Il cuscinetto all'estremità dell'appendice 2, dove è sistemato l'atomizzatore di vernici 1, presenta un gioco 10 venti volte più grande del gioco radiale del cuscinetto aerostatico 11, in questo esempio vi è un gioco di 20 micron. In questa forma di realizzazione il cuscinetto 4 consiste in un cuscinetto a strisciamento a bronzo sinterizzato imbevuto di olio. Può anche essere utilizzato un cuscinetto a rulli avente un sufficiente gioco. Per avere un buon ammortizzamento sul cuscinetto durante l'attraversamento della prima oscillazione propria, il cuscinetto a strisciamento 4 viene fissato al carter per mezzo di O-Ring 3. Il rotore è stato progettato per una velocità di rotazione di 80 000 G/min. La prima oscillazione propria dell'appendice 2 avviene a circa 7 000 G/min. Dopo questa soglia l'atomizzatore

viaggia nell'ambito di oscillazione ipercritica , cioè le forze d'inerzia nell'atomizzatore si eguagliano in ogni momento e le forze sul cuscinetto aerostatico sono uguali alle grandi masse di squilibrio.

La figura 3 mostra un'altra forma di realizzazione del cuscinetto per rotorì secondo l'invenzione;

la figura 4 mostra una forma di realizzazione del collegamento a scatto per fissare un rotore all'estremità di un'appendice libera di ruotare;

le figure 5 e 6 mostrano dei dispositivi di frenata in cui il disco assialmente supportato viene utilizzato all'estremità dell'albero.

In figura 3 si è rappresentato un rotore 1 che viene fissato per mezzo di un collegamento reversibile all'estremità dell'appendice 2 libera di oscillare. In corrispondenza di questa estremità si trova anche un cuscinetto a scorrimento 7 che limita lo scuotimento dovuto alle oscillazioni durante l'attraversamento della prima oscillazione propria dell'appendice.

L'albero che viene sostenuto radialmente ed assialmente in maniera aerostatica nel carter consiste in due parti 3, 5 che sono collegati tra di loro per mezzo dell'elemento motore 4. Su questo elemento motore si appoggia una cinghia piatta che esercita una forza radiale. Le due parti 3, 5 che compongono l'albero sono collegate per mezzo di un elemento di collegamento a pressione 13 che si trova accanto all'elemento motore. La parte

di sostegno posteriore dell'albero 5 e l'appendice 2 libera di oscillare sono ottenute in un pezzo unico. In corrispondenza dell'estremità rotante dell'albero si trova un disco 10 accoppiato a pressione che funge da cuscinetto assiale in entrambe le direzioni. Entrambi i corpi di sostegno 6, 11 consistono in due manicotti 8 in cui sono pressati due anelli tra i quali viene lasciato uno spazio libero, che è necessario all'ingresso dell'aria per il cuscinetto radiale aerostatico. Ad ogni corpo di sostegno 6, 11 è associata un'alimentazione dell'aria. Il membro di collegamento 12 dei due corpi di sostegno 6, 11 è concepito in tal modo, per quanto riguarda le sue dimensioni, che vengono superate di poco le dimensioni dell'elemento di azionamento che dipendono dal carico. Ciascun corpo di sostegno 6, 11 è fissato per mezzo di un O-Ring 14 al carter 15 del rotore. Nel corpo di sostegno 11 viene premuto un manicotto 9 che viene utilizzato per il sostegno del cuscinetto assiale. In questo manicotto 9 è accolto il cuscinetto a strisciamento precedentemente descritto, circondato da O-Ring.

In figura 4 è rappresentato un accoppiamento a scatto tra il rotore 1 e l'albero e l'appendice 2. All'estremità conica dell'appendice si trova un intaglio 25 che accoglie l'anello elastico 23. Sul rotore 1 vengono modellati due coni che si incastrano con gli angoli di scatto 26. Per ottenere un'alta elasticità dell'anello 23 è previsto un intaglio sulla periferia 24.

In figura 5 viene mostrata una forma di realizzazione di un freno idrodinamico. In questo caso è prevista un'appendice anulare 34 alla periferia del disco 35 che appartiene al supporto radiale dell'albero 36. Questa appendice 34 con il carter 31 forma uno spazio libero radiale 33. Per mezzo di un foro 32 viene mandato dell'olio in pressione in questo spazio libero. Per mezzo dell'attrito sviluppati nei fluidi l'albero 36 ed il rotore 1 vengono frenati fino a portare ad un arresto completo.

La figura 6 mostra una forma di realizzazione di un freno a guarnizione pneumatico ad attrito. In questo caso viene utilizzato un disco 45 previsto per sostenere assialmente l'albero 46, mentre una guarnizione frenante 44 viene premuta da una parte della superficie assiale. La guarnizione 44 è mobile nel carter 41 ed è fissato per mezzo degli O-Ring 43. La guarnizione 44 con gli O-Ring 43 ed il carter 41 formano uno spazio che può essere alimentato con aria in pressione per conferire un effetto frenante. La forza assiale che si oppone alla forza di frenata viene sviluppata dal cuscinetto assiale aerostatico.

RIVENDICAZIONI

1. Mandrino per il supporto gassoso di un utensile rotante ad alta velocità, in particolare per il supporto aerostatico di un rotore libero costituito da un albero rotante sostenuto da un gas in un carter secondo una direzione assiale e una direzione radiale, caratterizzato dal fatto che l'albero (5) prevede una appendice (2) che può oscillare liberamente, alla cui estremità si trova l'utensile (1), e dal fatto che il supporto di questa appendice, in corrispondenza dell'estremità rivolta verso l'utensile, prevede un cuscinetto (4) del tipo a strisciamento o del tipo a rulli, e dal fatto che questo cuscinetto (4) prevede un gioco (10) che è almeno due volte quello del cuscinetto radiale a gas (11).

2. Cuscinetto secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che l'albero (5) prevede un foro centrale (6) nel quale viene fissata l'appendice (2), e dal fatto che il diametro dell'appendice si ingrossi in corrispondenza dell'estremità rivolta verso il rotore e dal fatto che il diametro minore dell'appendice si trovi in un rapporto di 1:4 rispetto alla lunghezza totale dell'appendice.

3. Cuscinetto secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che l'appendice viene fissata nel foro (6) per mezzo di un elemento di collegamento a pressione, e dal fatto che una filettatura si trova di volta in volta solo nel foro (6) o sulla parte dell'appendice (2) che è pressata nel foro (6).

4. Cuscinetto secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che l'albero (5) comprende un foro centrale in cui l'appendice forata (2) viene fissata per mezzo di un elemento di collegamento a pressione e dal fatto che lo spessore della parete dell'appendice (2) aumenta in direzione della estremità rivolta verso l'utensile.

5. Cuscinetto secondo le rivendicazioni 1-4, caratterizzato dal fatto che tra l'appendice (2) dell'albero e l'elemento rotante (1) si trova un collegamento smontabile, per mezzo del quale è possibile il facile smontaggio dell'elemento rotante.

6. Cuscinetto secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che in corrispondenza della estremità libera dell'elemento motore (4) si trova anche un cuscinetto radiale supplementare (6) (figura 3).

7. Cuscinetto secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che il cuscinetto in corrispondenza della estremità libera dell'elemento motore è un cuscinetto radiale aerostatico.

8. Cuscinetto secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che la parte dell'albero (5), supportata dal cuscinetto radiale in corrispondenza dell'estremità libera dell'elemento motore, e l'appendice (2) libera di oscillare, alla cui estremità è fissato il rotore (1), sono ricavate in un solo pezzo.

9. Cuscinetto secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che la parte dell'albero (3), supportata dal cuscinetto radiale tra il rotore e l'elemento motore, e la parte dell'albero

(5), supportata dal cuscinetto in corrispondenza dell'estremità libera dell'elemento motore, sono collegate l'una con l'altra per mezzo di un elemento di collegamento a pressione (13).

10. Cuscinetto secondo le rivendicazioni 6-7, caratterizzato dal fatto che è previsto un disco (10) in corrispondenza di una delle due estremità dell'albero (3,5) che funge da supporto assiale aerostatico dell'albero.

11. Cuscinetto secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che il disco (10) e l'albero (3,5) sono in un unico pezzo.

12. Cuscinetto secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che il disco (10) e l'albero (3,5) sono collegati per mezzo di un collegamento a pressione o di una saldatura.

13. Cuscinetto secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che da una parte del disco (10) si trova un magnete permanente a forma di anello.

14. Cuscinetto secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che il membro di collegamento (12) dei due cuscinetti radiali aerostatici (6,11) è costituito dal punto di vista geometrico in modo tale che la forma del membro di collegamento (12) è adattata alla forma dell'albero di sostegno (3,4,5).

15. Cuscinetto secondo le rivendicazioni 6-7, caratterizzato dal fatto che il collegamento smontabile tra il rotore (1) e l'appendice (2) dell'albero è un collegamento a scatto.

16. Cuscinetto secondo la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che, in qualità di elemento a scatto, viene utilizzato un

anello elastico (23) e dal fatto che la sede tra il rotore e l'appendice è conica.

17. Cuscinetto secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che l'anello elastico (23) ha almeno una fessura sulla circonferenza.

18. Cuscinetto secondo le rivendicazioni 6 e 10, caratterizzato dal fatto che il disco (35) posto a una estremità dell'albero (36) è provvisto sul bordo di una appendice (34) a forma di anello e che questa appendice costituisce uno spazio libero radiale (33) assieme al carter (31).

19. Cuscinetto secondo la rivendicazione 18, caratterizzato dal fatto che un foro (32) si trova nello spazio radiale (33) formato da l'appendice a forma di anello (34) e il carter (31).

20. Cuscinetto secondo la rivendicazione 18, caratterizzato dal fatto che l'appendice a forma di anello (34) del disco (35) presenta un rapporto di 1:2 tra lo spessore e la larghezza della parete.

21. Cuscinetto secondo le rivendicazioni 6 e 10, caratterizzato dal fatto che, di fronte al disco (45) che si trova in corrispondenza di una estremità dell'albero (46), si trova una guarnizione frenante (44) a forma di anello e dal fatto che detta guarnizione frenante è fissata nel carter (41) in modo assialmente mobile.

22. Cuscinetto secondo la rivendicazione 21, caratterizzato dal fatto che la guarnizione frenante (44) è sostenuta dall'anello di

WNH.001

Notarbartolo & Gervasi s.r.l.

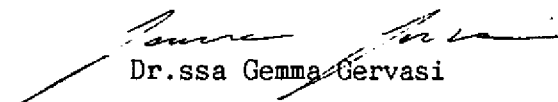
gomma (43) nel carter (41) e dal fatto che questo anello di gomma (43) assieme alla guarnizione frenante (44) formano uno spazio nel carter che viene alimentato con aria compressa per mezzo di un foro (42).

(MIR/lm)

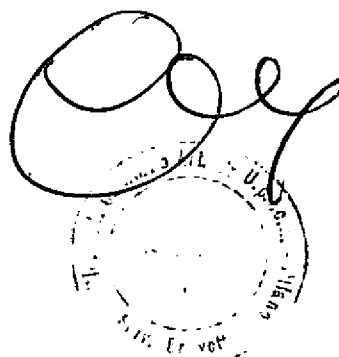
Milano, li **29 NOV. 1995**

p. WANGER GERHARD

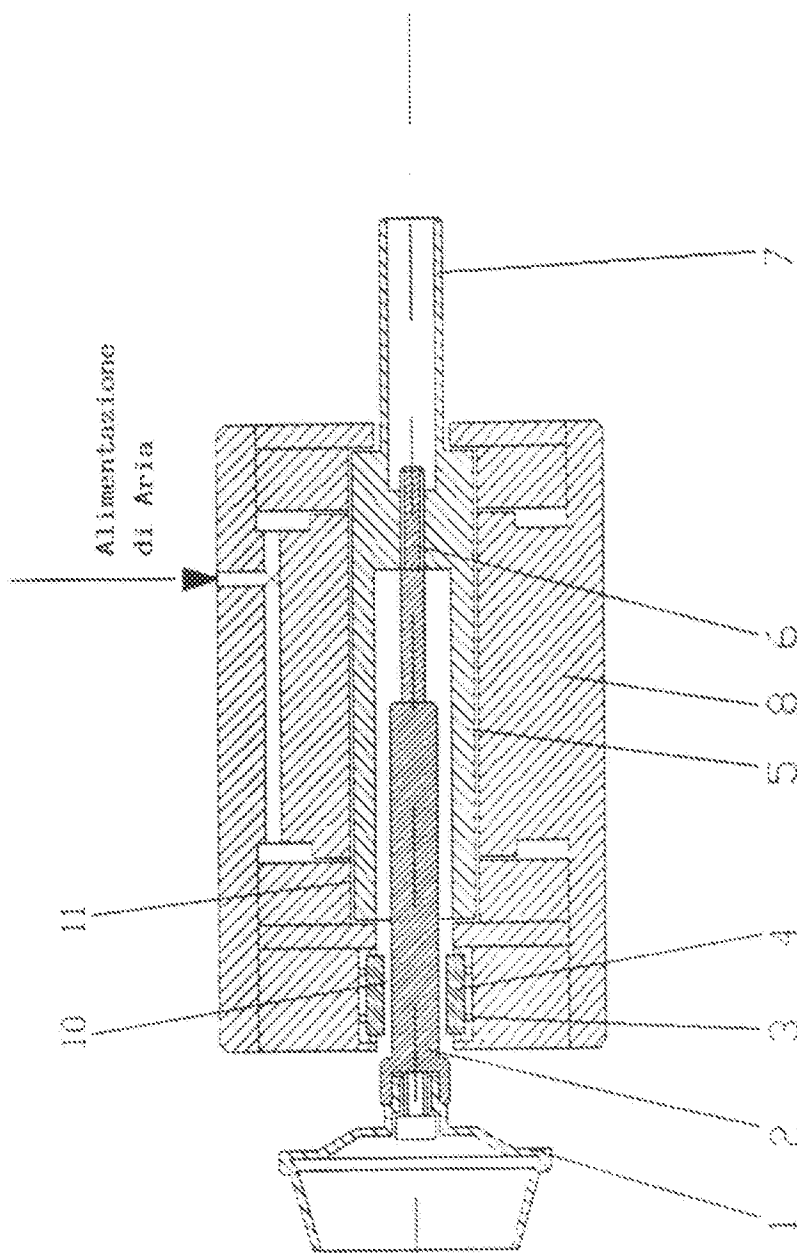
il Mandatario


Dr.ssa Gemma Gervasi

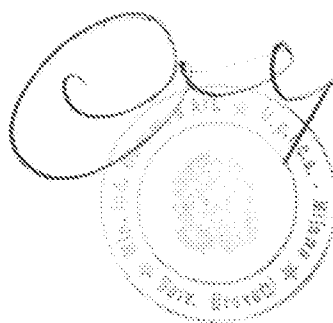
NOTARBARTOLO & GERVASI s.r.l.



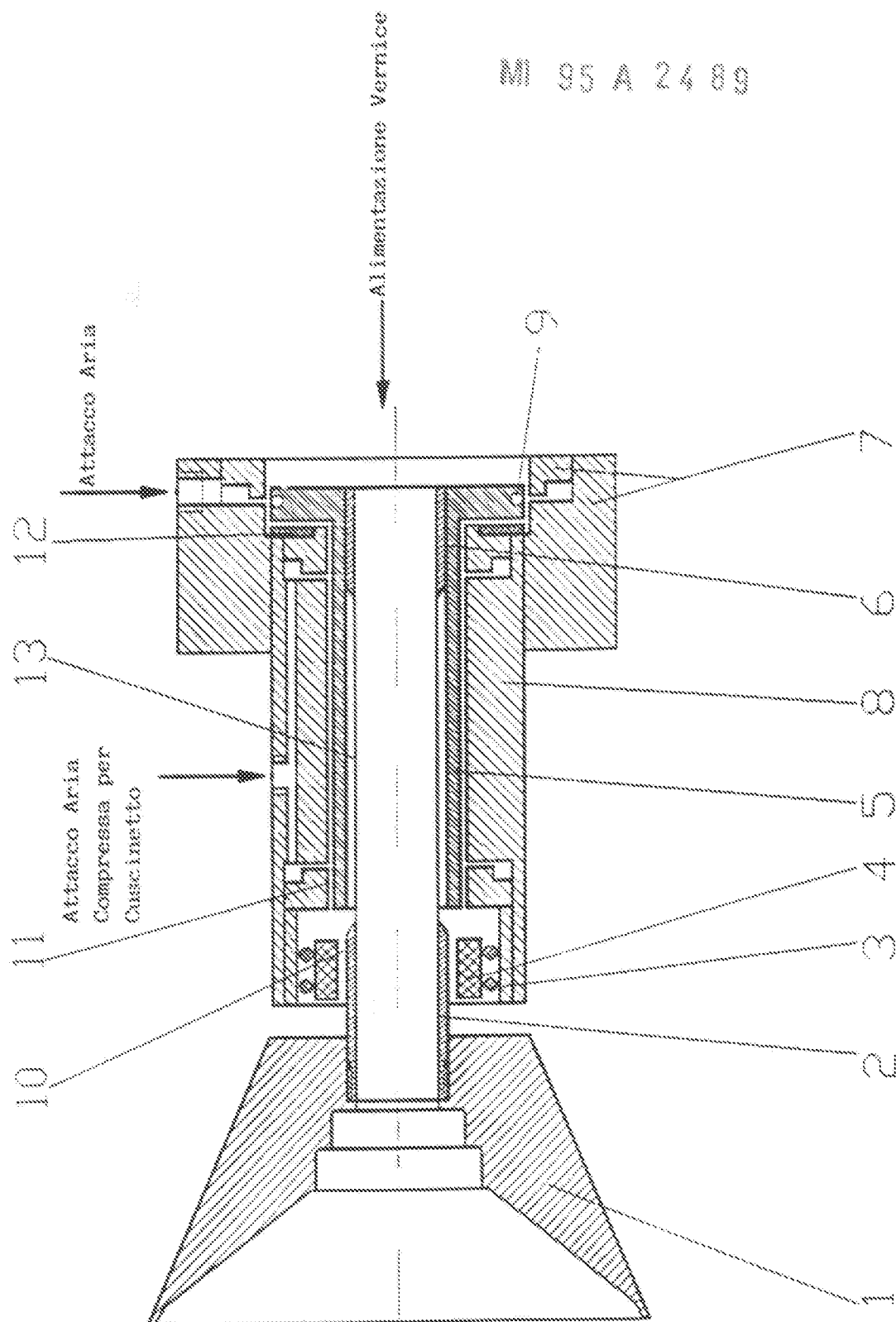
MI 95 A 2489



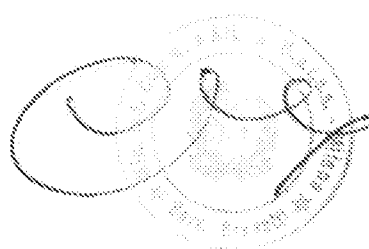
Figur 1



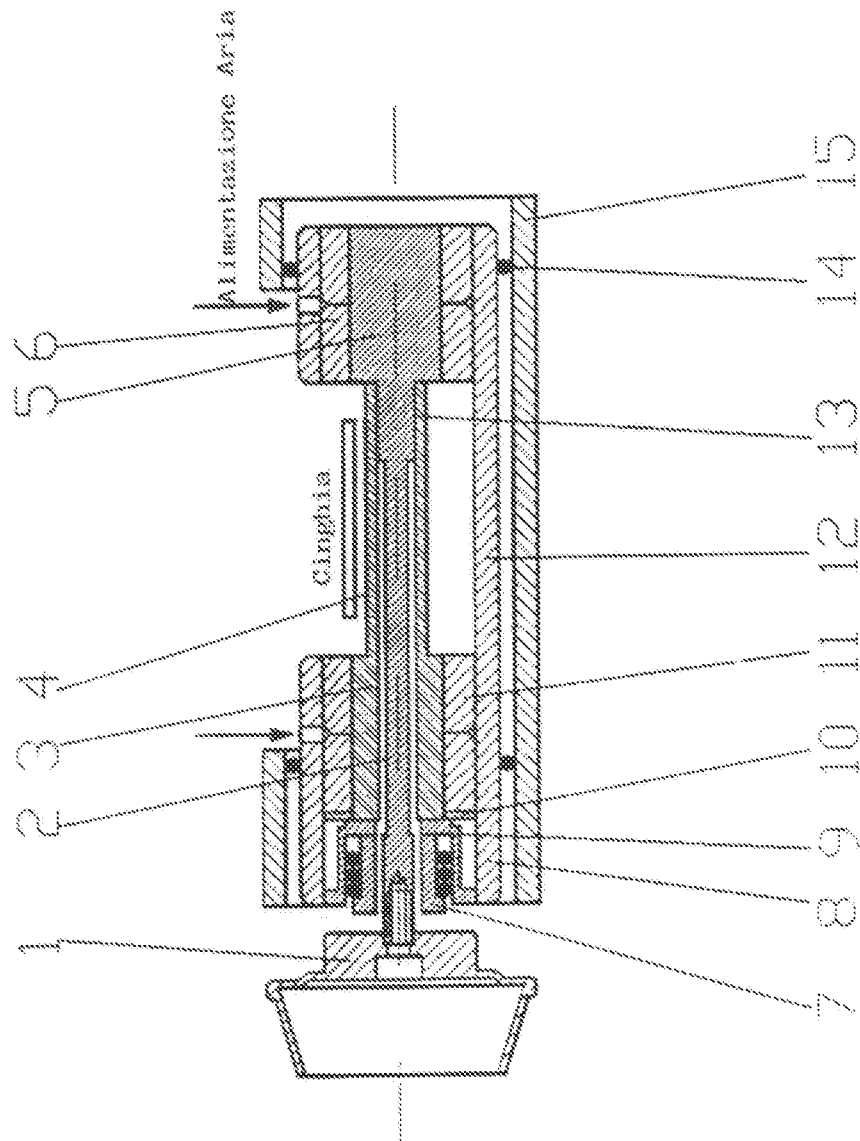
MI 95 A 24 89



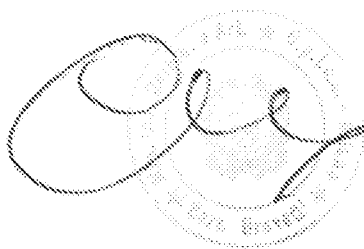
Figur 2



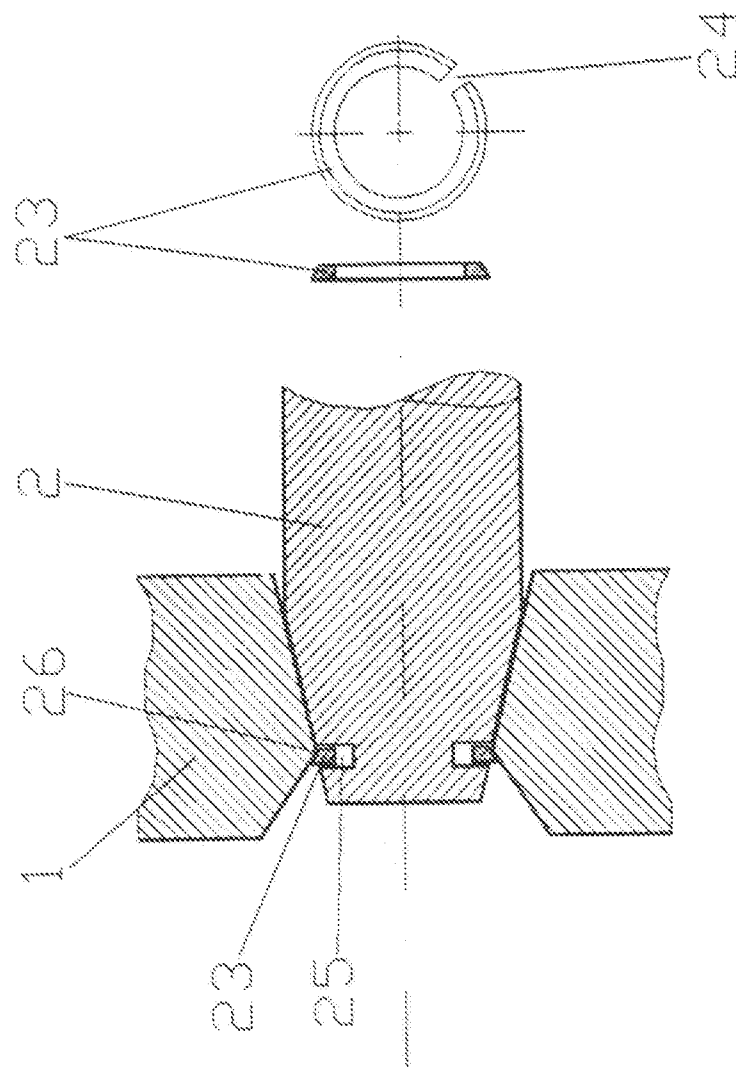
MI 95 A 24 89



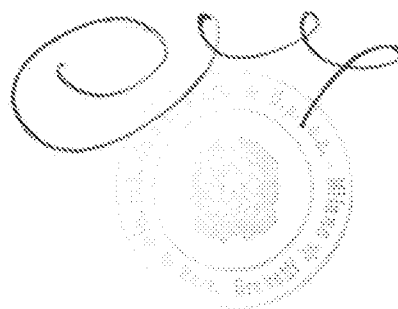
Figur 3



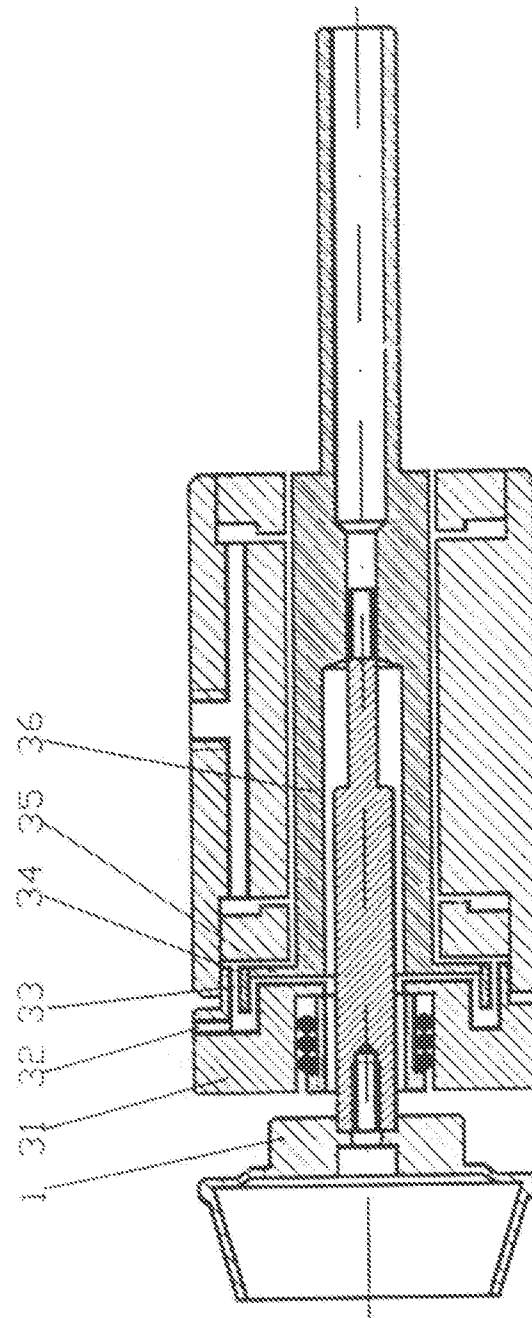
MI 95 A 24 89



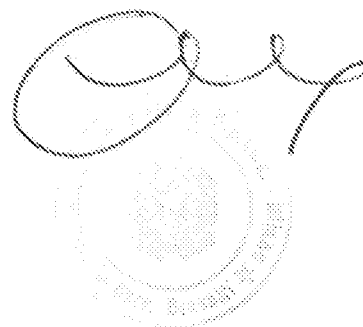
Figur 4



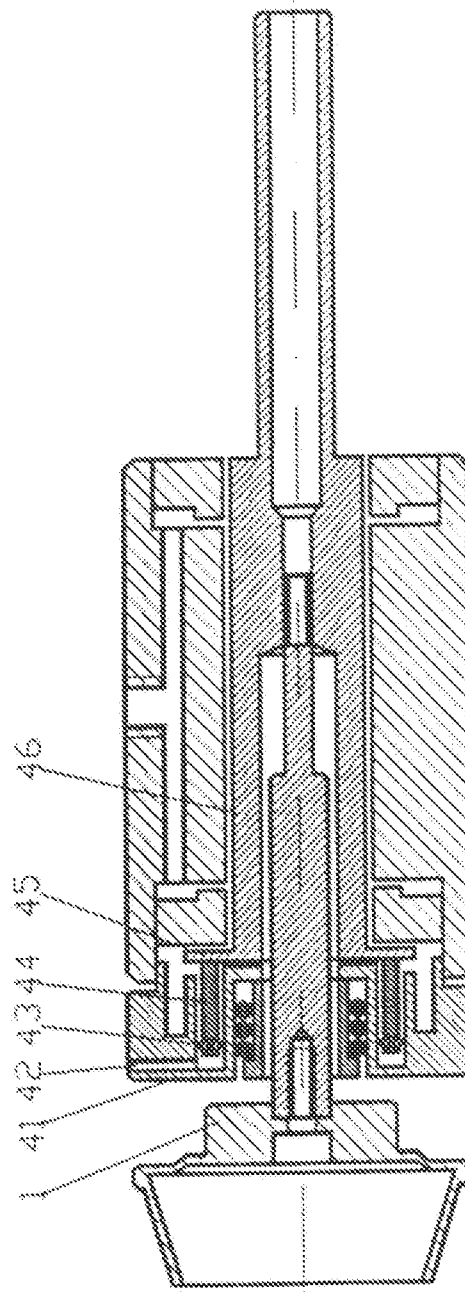
MI 95 A 24 89



Figur 5



MI 95 A 24 89



Figur 6

