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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101993900296672
Data Deposito	20/04/1993
Data Pubblicazione	20/10/1994

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	25	J		

Titolo

MANIPOLATORE MULTIASSI A CONTROLLO IDROPNEUMATICO

DESCRIZIONE PER BREVETTO D'INVENZIONE

della Ditta UNIVER S.P.A.

MI 93 A/00778 *

La presente invenzione si riferisce ad un manipolatore antropomorfo multiassi, a controllo idropneumatico, a coordinate polari e/o cilindriche, comprendente una base, una tavola rotante di supporto per un braccio articolato provvisto di un dispositivo di presa ad una sua estremità; dei mezzi di comando sono previsti per far ruotare la tavola di supporto e per muovere il braccio articolato tra posizioni angolarmente distanziate, rispettivamente per azionare l'organo di presa in funzione di un programma di movimento preselezionato del manipolatore.

20 APR. 1993

Sono noti manipolatori con struttura antropomorfa, che fanno uso di sistemi elettromeccanici e/o idraulici di comando, integrati con sistemi elettronici di controllo dei movimenti. L'uso di sistemi elettromeccanici e/o idraulici di azionamento, in manipolatori destinati a muovere pesi relativamente elevati, ad esempio dell'ordine di qualche decina di chilogrammi, presenta tuttavia notevoli limiti in termini di affidabilità per l'estrema complessità del manipolatore, e in termini di rapporto peso-potenza, che hanno limitato l'impiego di tali manipolatori considerando altresì i costi elevati

di produzione e di gestione del manipolatore stesso.

Infatti, i manipolatori che fanno uso di sistemi idraulici richiedono grandi masse d'olio in circolazione e pesanti tubazioni corazzate che si sviluppano all'esterno, lungo il braccio articolato del manipolatore. Inoltre, l'uso di sistemi idraulici di comando non consente di raggiungere elevate velocità ed accelerazioni di lavoro soddisfacenti, se non aumentando eccessivamente la massa d'olio in circolazione e la potenza delle pompe di alimentazione; ne consegue un peso eccessivo e costi elevati del manipolatore.

I sistemi elettromeccanici di comando soffrono sostanzialmente degli stessi inconvenienti in quanto richiedono motori elettrici di potenza adeguata, risultando quindi ingombranti e di peso elevato in relazione al peso manipolato.

E' altresì noto l'uso di attuatori pneumatici o di sistemi misti idropneumatici che impiegano aria compressa come sorgente di energia, per la sua grande disponibilità in qualsiasi ambiente di lavoro e per la possibilità di ottenere velocità ed accelerazioni di lavoro largamente superiori a quelle dei sistemi idraulici tradizionali.

Tuttavia, gli attuatori pneumatici sono difficilmente impiegabili in azionamenti che richiedano un

controllo preciso degli spostamenti, a causa della comprimibilità dell'aria, e per la necessità di far uso di sistemi di controllo tradizionali sostanzialmente legati a due ipotesi inderogabili, la prima che la variabile da controllare sia di tipo continuo e definita in ogni istante, la seconda che la relazione che lega la variabile da controllare alla variabile di controllo sia di tipo lineare.

Conformemente allo scopo generale della presente invenzione di ovviare agli inconvenienti ed ai limiti di impiego dei manipolatori noti, si è fornito un manipolatore antropomorfo multiassi, provvisto di un sistema misto idropneumatico di azionamento e di un sistema elettropneumatico di controllo che utilizza idonee unità pneumatiche intelligenti per controllare con estrema precisione tutti i parametri di velocità, accelerazione ed energia cinetica delle masse durante un movimento programmato del manipolatore.

Un ulteriore scopo della presente invenzione, è di fornire un manipolatore multiassi che abbia un rapporto peso/potenza eccezionalmente elevato, mediante il quale sia possibile muovere o spostare pesi o carichi relativamente elevati, di gran lunga superiori a quelli dei manipolatori noti, utilizzando potenze comparativamente minori.

Un ulteriore scopo ancora della presente invenzione è di fornire un manipolatore del genere citato, in grado di essere realizzato con un qualsiasi numero di assi di rotazione o di articolazione, controllati in funzione di specifiche esigenze di impiego, e che nello stesso tempo consenta una sua utilizzazione ottimale per ottenere posizionamenti estremamente precisi e rapidi nonché un controllo selettivo delle potenze disponibili dei vari organi di comando dei movimenti del manipolatore.

Quanto sopra è ottenibile mediante un manipolatore antropomorfo multiassi del tipo a coordinate polari e/o cilindriche, provvisto di un sistema di controllo idropneumatico secondo le caratteristiche della rivendicazione principale.

Il manipolatore secondo l'invenzione, le sue caratteristiche ed alcune forme di realizzazione preferenziali, verranno maggiormente illustrate qui di seguito con riferimento ai disegni allegati, in cui:

Figura 1 è una vista schematica di un manipolatore antropomorfo, a coordinate polari, incorporante i perfezionamenti dell'invenzione;

Figura 2 è una sezione ingrandita della tavola rotante, secondo la linea 2-2 di Figura 1;

Figura 3 è uno schema del sistema idropneumatico di comando della tavola rotante, con le relative valvole di

controllo;

Figura 4 è un particolare ingrandito dell'articolazione del braccio alla tavola rotante;

Figura 5 è una sezione secondo la linea 5-5 di Figura 4, mostrante la disposizione dei cilindri del gruppo idropneumatico di comando;

Figura 6 è una sezione longitudinale di uno dei due cilindri pneumatici intelligenti del gruppo di comando di Figura 5;

Figura 7 è una sezione longitudinale del cilindro idropneumatico del gruppo di comando di Figura 5;

Figura 8 è uno schema del sistema idropneumatico di controllo del gruppo di comando di Figura 5;

Figura 9 è un particolare dell'articolazione tra le due parti del braccio del manipolatore;

Figura 10 è una sezione ingrandita secondo la linea 10-10 di Figura 9, con il relativo gruppo di cilindri idropneumatici di comando;

Figura 11 è una sezione parziale del polsino e dell'organo di presa, secondo una prima forma di realizzazione per il manipolatore di Figura 1;

Figura 12 è una sezione longitudinale del gruppo pneumatico di comando del polsino di Figura 11;

Figura 13 è un particolare ingrandito di Figura 12;

Figura 14 mostra una sezione longitudinale di una secon-

da forma di realizzazione del polsino per il manipolatore di Figura 1;

Figura 15 è una sezione trasversale secondo la linea 15-15 di Figura 14; e

Figura 16 mostra schematicamente un manipolatore a coordinate cilindriche incorporante la presente invenzione.

Figura 17 mostra lo schema di controllo per uno dei gruppi di azionamento del braccio articolato.

Figura 18 è uno schema della successione delle variabili di controllo e della grandezza controllata, con il blocco elettropneumatico della figura precedente.

Con riferimento alle Figure da 1 a 13, descriveremo le caratteristiche di un manipolatore antropomorfo a coordinate polari secondo l'invenzione.

Come mostrato in Figura 1, il manipolatore sostanzialmente comprende una base 10 provvista di una tavola rotante 11 supportata girevole attorno ad un asse verticale 12,la quale tavola è provvista di un braccio articolato 13, in grado di muoversi nello spazio e di rotare con la stessa tavola 11, come più avanti descritto.

Il braccio 13 è costituito da una parte posteriore 14 articolata secondo un asse orizzontale 15 alla tavola 11, e da una parte anteriore 16 articolata in 17 alla parte posteriore 14 del braccio. All'estremità anteriore

del braccio 13 è previsto un polsino snodato 18 per il supporto di un idoneo organo di presa schematicamente indicato con 19. Le due parti articolate 14 e 16 del braccio 13 possono muoversi angolarmente tra loro e rispetto alla tavola rotante 11, nonché possono ruotare con questa, essendo i vari movimenti comandati mediante rispettivi gruppi idropneumatici con i quali è possibile controllare selettivamente i parametri di spostamento, velocità e accelerazione dei singoli organi, opportunamente monitorati mediante un'unità programmabile di controllo, non rappresentata in Figura 1, in funzione di un programma di movimenti selettivamente controllabili per l'intero manipolatore.

Come precedentemente riferito, tutti i movimenti del manipolatore sono comandati pneumaticamente e controllati idraulicamente, a circuito chiuso, eliminando totalmente in questo modo la presenza di tubazioni o di conduttori elettrici che risultano del tutto incorporati nel braccio del manipolatore.

Le Figure 2 e 3 dei disegni allegati mostrano il gruppo idropneumatico di comando della tavola di supporto del braccio articolato, in combinazione con un distributore pneumatico rotante per l'alimentazione dei vari gruppi di comando del braccio articolato.

Più precisamente, come mostrato nelle Figure 2 e 3,

la tavola rotante 11 è supportata in modo girevole mediante un cuscinetto a rulli conici 20 ed è collegata ad un albero 21 definente l'asse verticale di rotazione della tavola stessa. L'albero 21 è supportato in modo girevole dalla base 10 mediante un sistema di cuscinetti, coassialmente ad un distributore rotante 22, ad esempio del tipo rappresentato, i cui canali 23 sono alimentati con aria in pressione mediante una camera di distribuzione anulare 24 o in altro modo idoneo. L'albero 21 è direttamente collegato ad una unità pneumatica di comando lineare 25 del tipo a pignone 26 e cremagliera 27, operativamente collegata ad una unità idraulica passiva 28, sempre del tipo a pignone 29 e cremagliera 30, tramite una coppia di ingranaggi 31, 31' e l'albero ausiliario 32. In questo modo il movimento alternativo dell'unità pneumatica attiva 25 viene trasmesso alla cremagliera 30 dell'unità idraulica passiva per il controllo dei movimenti. Pertanto un encoder 33 per la generazione di segnali di riferimento è collegato, tramite una trasmissione 34, all'albero 21 e quindi all'attuatore pneumatico 25; un organo di bloccaggio 35 può essere azionato su comando da un cilindro pneumatico 36 per impegnare una ruota dentata 37 solidale all'albero 21 in posizioni angolari prefissate della tavola rotante 11 del manipolatore.

Come mostrato nello schema di Figura 3, le due camere dell'unità pneumatica di comando 25 sono collegate ad una sorgente di aria in pressione 38a-38b, attraverso rispettive elettrovalvole 39 e 40 controllate da un'unità di processo CP. Corrispondentemente, le due camere dell'unità idraulica passiva 28 sono collegate in circuito chiuso tra loro, attraverso un dispositivo valvolare di controllo del flusso di tipo bidirezionale, schematicamente rappresentato da due valvole 41, 42 a comando pneumatico proporzionale, il cui lato di comando è collegato alla sorgente di aria in pressione 38c, 38d attraverso corrispondenti elettrovalvole 43, 44 controllate dall'unità di processo CP. Con 45 è stato indicato inoltre un serbatoio di olio in pressione, di adatta capacità, per compensare eventuali perdite di olio nel sistema, collegato al circuito chiuso attraverso una valvola unidirezionale 46.

Analogamente, il cilindro pneumatico 36 che aziona il dispositivo di bloccaggio 35 è collegato alla sorgente di aria in pressione 38e, 38f tramite le elettrovalvole 47, 48 controllate dall'unità di processo CP.

Le Figure 4 e 5 dei disegni mostrano il sistema di articolazione del braccio 13 alla tavola rotante 11 ed un gruppo di tre cilindri di comando dei movimenti nel piano verticale del braccio 13, selettivamente control-

lati negli spostamenti, nelle velocità e nelle accelerazioni, oltre che nelle potenze, tramite un programma di movimenti programmato e memorizzato nell'unità di processo CP.

Con riferimento alle Figure da 4 a 8 si descriverà l'articolazione del braccio alla tavola rotante, ed il relativo gruppo idropneumatico di comando.

Come mostrato, l'estremità posteriore della parte di braccio 14 è articolata alla tavola rotante 11 secondo un asse di rotazione orizzontale 15 supportato, mediante cuscinetti 49, da una coppia di staffe 50 ancorate al piano della tavola 11. Posteriormente all'asse 15, sul lato opposto al quale si estende il braccio 13, è provvista una barra trasversale 51 definente un corto braccio di leva a cui sono articolate le aste di tre cilindri 52, 53, 54 in generale i tre attuatori lineari del gruppo idropneumatico di comando, incernierati in 55 alla tavola 11.

Più in particolare, i due attuatori laterali 52 e 54 sono costituiti da altrettanti cilindri pneumatici intelligenti, ad esempio del tipo mostrato in Figura 6, del tipo incorporante un generatore di segnali ed un dispositivo di bloccaggio e frenatura come più avanti descritto. Diversamente, l'attuatore centrale è costituito da un cilindro doppio aria-olio del tipo mostrato

nella Figura 7 comprendente una parte anteriore attiva ed una parte posteriore passiva come più avanti spiegato.

Brevemente, come mostrato in Figura 6, ciascun cilindro intelligente 52 e 54 comprende una canna centrale chiusa da una testata anteriore 55, da una testata posteriore 56 e da un blocco intermedio 57 che con la testata anteriore 55 definisce le due camere di un cilindro pneumatico di comando, mentre con la testata posteriore 56 definisce l'alloggiamento per un dispositivo di bloccaggio rispettivamente per un encoder o generatore di segnali atto a fornire con estrema precisione e con continuità una indicazione delle velocità, accelerazioni e posizioni del pistone 58 del cilindro.

Il pistone 58 è pertanto provvisto di uno stelo tubolare 59 internamente al quale si prolunga, in modo scorrevole, un albero filettato 60 che s'impegna con una chiocciola 61 interna al pistone 58. L'albero filettato 60 si prolunga posteriormente per un albero pilota 60' supportato rotante mediante cuscinetti 62; un disco di frizione mobile 63 è supportato girevole dall'albero pilota 60' in una camera 64 nella quale è situato un disco di frizione fisso 65. Il disco di frizione 63 è mobile assialmente rispetto al disco fisso 65, essendo ad esempio costituito da un disco a membrana flessibile

azionato pneumaticamente mediante aria in pressione alimentata nella camera 64 attraverso un'entrata per l'aria 66. Con 67, 68 sono state inoltre indicate le entrate per l'aria nelle due camere del cilindro pneumatico di comando. L'albero pilota 60' è inoltre collegato, attraverso un giunto 69, ad un generatore di segnali elettrici o encoder 70 all'interno della testata posteriore 56.

La Figura 7 schematicamente mostra l'attuatore centrale 53 sostanzialmente costituito da un cilindro doppio, di tipo idropneumatico, comprendente una testata anteriore 71, una testata posteriore 72, una testa intermedia 73 che suddivide il cilindro in due sezioni precisamente: in una sezione pneumatica anteriore 53' nella quale scorre un primo pistone 74, ed in una sezione idraulica posteriore 53" nella quale scorre un secondo pistone 75. I due pistoni 74 e 75 sono collegati ad un unico stelo 76 che fuoriesce dalla testata anteriore 71 in modo che il movimento alternativo impartito al pistone 74 della sezione pneumatica attiva, trascina in movimento il pistone 75 della sezione idraulica passiva di controllo delle accelerazioni e delle velocità. Pertanto, le due camere della sezione idraulica passiva sono collegate ad un circuito chiuso 77 comprendente una valvola proporzionale 78 ad otturatore progressivo con

comando pneumatico da un segnale proporzionale di pressione. Tale valvola sostanzialmente comprende una spola con un attuatore centrale 79 ad azione progressiva, comprende passaggi per l'olio di ampiezza progressivamente variabile; l'attuatore 79 è mosso tra due posizioni estreme o tra posizioni intermedie, mediante un comando pneumatico impartito ad un cilindro 80 previsto ad una estremità della spola stessa, per restringere e regolare il passaggio del fluido idraulico e quindi per controllare le velocità e le accelerazioni della parte pneumatica di comando, in funzione di esigenze specifiche secondo un programma di lavoro del manipolare.
In Figura 7 con 81 e 82 sono state infine indicate le entrate per l'aria in pressione nella sezione pneumatica anteriore del doppio cilindro aria-olio.

Lo schema pneumatico circuitale di comando del gruppo di tre attuatori 52, 53 e 54 è mostrato in Figura 8 dove parti simili o equivalenti a quelle descritte nelle precedenti figure, sono state indicate con gli stessi riferimenti numerici.

Come si vede da questa figura, i tre attuatori pneumatici 52, 53' e 54 del gruppo sono collegati alla sorgente di aria in pressione 38a-38b mediante rispettive elettrovalvole, precisamente l'elettrovalvola 83 di controllo della camera anteriore dei cilindri 52 e 54,

l'elettrovalvola 84 per il controllo delle camere posteriori ai cilindri 52 e 54; l'elettrovalvola 85 per il controllo della camera anteriore del cilindro 53"; l'elettrovalvola 86 per il controllo della camera posteriore del cilindro 53'; l'elettrovalvola 87 per il controllo del dispositivo di frenatura e di bloccaggio dei due cilindri intelligenti 52 e 54, nonché l'elettrovalvola 88 per la valvola proporzionale 78 che controlla la circolazione dell'olio nell'unità passiva 53". Con 88 è stata infine indicata un' ultima elettrovalvola mediante la quale è possibile collegare le camere anteriori dei tre cilindri pneumatici 52, 53' e 54, attraverso le rispettive elettrovalvole 83 e 85, a due differenti sorgenti di aria pressurizzata 89 e 89', aventi valori di pressione differenti. In questo modo è possibile controllare le pressioni sui due lati dei pistoni nella fase finale di ciascun posizionamento del braccio, per ottenere un efficace effetto di frenatura pneumatica, controllata in modo selettivo attraverso le varie elettrovalvole dall'unità di processo CP, non mostrata in questa figura.

Le Figure 9 e 10 dei disegni mostrano schematicamente l'articolazione tra la parte anteriore 16 del braccio 13 del manipolatore, e la parte posteriore 14. Anche in questo caso sono stati utilizzati gli stessi

riferimenti numerici delle figure precedenti per indicare parti simili o equivalenti.

Dette figure illustrano inoltre l'uso di due cilindri costituenti un secondo gruppo idropneumatico di comando del braccio.

Come mostrato in Figura 10, sui due lati della parte anteriore 16 del braccio sono fissate due piastre 90 ciascuna provvista di un mozzo di articolazione 91 supportato tramite cuscinetti da boccole 92 della parte di braccio posteriore 14; ciascuna piastra 90 comprende un gambo 93 distanziato dal mozzo 91, a cui è articolato lo stelo di un cilindro intelligente 94, rispettivamente di un cilindro aria-olio 95. Come nel caso precedente, il cilindro aria-olio 95 ha una sezione pneumatica anteriore attiva 95', ed una sezione idraulica posteriore passiva 95" collegato in circuito chiuso ad una valvola proporzionale, non mostrata, del tipo precedentemente descritto, per il controllo delle accelerazioni e della velocità.

Il cilindro intelligente 94 è del tipo mostrato in Figura 6, mentre il cilindro idropneumatico 95 è del tipo mostrato in Figura 7; il loro circuito pneumatico di comando non è stato mostrato in quanto del tutto simile o equivalente a quello di Figura 8 per la parte relativa ai due cilindri 52 e 53 del gruppo ivi mostra-

to. Anche nel caso di Figura 10 le elettrovalvole di controllo e l'encoder del cilindro intelligente 94, sono collegati all'unità di processo CP di Figura 3.

Nel caso ipotizzato, entrambe le sezioni di braccio 14 e 16 sono di lunghezza costante; tuttavia potrebbero essere rese estensibili in modo telescopico utilizzando degli attuatori pneumatici lineari, ad esempio dei cilindri intelligenti di Figura 6 in combinazione con un cilindro aria-olio di Figura 7 per fornire un movimento lineare aggiuntivo ai movimenti di rotazione e di brandeggio del braccio del manipolatore.

Le Figure da 11 a 13 mostrano una prima realizzazione del polsino di supporto dell'organo di presa per il manipolatore, atto a consentire un semplice movimento di articolazione attorno ad un asse trasversale in modo controllato da un rispettivo gruppo idropneumatico di comando.

La soluzione di Figure 11 e 12 prevede una semplice articolazione dell'organo di presa ad un polsino 18 rigidamente fissato all'estremità anteriore del braccio articolato 13. In questo caso l'organo di presa 19 è in grado di compiere un semplice movimento di oscillazione nel piano del braccio articolato, per un angolo ad esempio di 90°, assumendo ad esempio una posizione orizzontale o una posizione verticale come schematicamente

indicato in Figura 1.

Al polsino 18 è fissato un gruppo idropneumatico di comando del tipo a pignone e cremagliera, indicato complessivamente con 96 e dettagliatamente illustrato in Figura 12; una sottobase 97 è fissata al gruppo di comando 96 per sostenere in modo girevole un asse di articolazione 98 disposto trasversalmente al braccio, fissato ad un elemento a forcella 99. Un cilindro pneumatico 100 di comando delle ganasce 101 e 102 dell'organo di presa è portato a sua volta dalla forcella 99.

Come mostrato in Figura 11, l'asse 96' dell'attuatore a doppia cremagliera 96 si prolunga verso il basso definendo l'albero di un encoder o generatore di segnali 103, rispettivamente si prolunga verso l'alto per collegarsi tramite una coppia di ingranaggi conici 104 e 104', all'asse di articolazione 98.

A sua volta, nell'esempio mostrato, la pinza 19 è costituita dalla coppia di organi di presa 101 e 102 articolati al corpo del cilindro pneumatico 100; le ganasce sono collegate al pistone 105 tramite una cremagliera circolare 105', che si impegna con corone dentate 106 e 107 dei due organi di presa 101 e 102; è comunque evidente che l'organo di presa 19 potrebbe anche essere di qualsiasi altro tipo, rispetto a quanto mostrato.

Il movimento di rotazione angolare dell'organo di

presa attorno all'asse di articolazione 98 viene ottenuto mediante un gruppo idropneumatico 96, mostrato nelle Figure 12 e 13 che può essere di tipo On-Off tale da consentire solo la rotazione dell'organo di presa tra due posizioni estreme, ovvero di tipo progressivo con la possibilità di arrestare e di controllare la posizione dell'organo di presa anche in una o più posizioni intermedie mediante la soluzione mostrata. In questo caso l'albero 96' è collegato ad un pignone centrale 106 che si impegna sui due lati opposti con le cremagliere 107 e 108 di due cilindri aria-olio accoppiati nel modo illustrato. In particolare, la cremagliera 107 è solidale a due pistoni 109 e 110 che con le testate dei cilindri definiscono una camera dell'aria 111 ed una camera dell'olio 112; la camera dell'aria 111 è provvista di un'entrata dell'aria 113. Diversamente la seconda cremagliera 108 è collegata a due pistoni 114 e 115 che definiscono la camera dell'aria 116 e la camera dell'olio 117 per il secondo cilindro aria-olio; le camere dell'aria 111 e 116 rispettivamente le camere dell'olio 112 e 117 sono disposte sullo stesso lato del gruppo. Con 113' è stata indicata inoltre l'entrata dell'aria per la camera 116 del secondo cilindro aria-olio.

Come nei casi precedenti, le due camere dell'olio

112 e 117 costituenti l'unità idraulica passiva sono collegate tra loro mediante un circuito chiuso comprendente un condotto 118 nella testata di destra in Figura 12, che comunica con la camera 117 attraverso una valvola 119 di controllo del flusso, azionata pneumaticamente, nonché comunica con l'altra camera 112 direttamente e con un serbatoio di riserva 120 contenente olio in pressione, attraverso una valvola unidirezionale del tipo a sfera 121. Anche in questo caso l'olio è mantenuto in pressione da un pistoncino 122 sollecitato da un sistema elastico di spinta ad esempio da molle 123.

La valvola 119 di regolazione del flusso, mostrata nel dettaglio di Figura 13, è del tipo ad azione proporzionale o differenziata e comprende un otturatore a spillo 124 collegato ad un pistone tuffante 125 contrastato da una molla 126. Il pistone tuffante 125 scorre internamente ad uno scodellino 127 definente un secondo pistone di area maggiore avente una corsa inferiore al precedente in modo da consentire azioni di spinta differenziate e quindi un'azione differenziata graduale di regolazione del flusso d'olio in funzione del valore della pressione d'aria alimentata nella camera del cilindro. Infatti se inizialmente si alimenta una pressione di valore inferiore ad esempio di 2 Bar, interviene dapprima il secondo pistone a tazza che, agendo sul

primo pistone, spinge in avanti l'otturatore a spillo 124 in una prima posizione regolata. Intervenendo successivamente con una seconda pressione superiore alla precedente,ad esempio di 6 Bar, aumentando gradualmente questo valore di pressione, è possibile regolare ulteriormente e con continuità la luce di efflusso della valvola 119 per graduare maggiormente la circolazione del liquido idraulico e per controllare in modo continuo le accelerazioni, le velocità e gli spostamenti della pinza 19, causando quindi l'arresto della pinza in una posizione desiderata, perfettamente controllata dal sistema idropneumatico descritto, sotto la gestione dell'unità di processo CP. Anche in questo caso, l'alimentazione dell'aria in pressione ai vari cilindri sarà ottenuta attraverso idonee elettrovalvole controllate dall'unità di processo CP.

Le Figure 14 e 15 mostrano un'altra soluzione del polsino per consentire una rotazione angolare composita della pinza e del suo cilindro pneumatico di comando, secondo un asse longitudinale al polsino stesso. In Figura 14 sono stati utilizzati gli stessi riferimenti numerici per indicare parti simili a quelle della precedente soluzione. In questo caso l'elemento a forcella 99 è stato conformato in modo da prevedere una sottobase rotante 128 a cui è fissata la pinza 19. La sottobase

rotante 128 è sostenuta in modo girevole mediante un cuscinetto 129 ed è comandata a ruotare ad esempio per un angolo di 90°, mediante un attuatore pneumatico a doppia cremagliera. L'attuatore comprende un pignone centrale 130 che si impegna con due cremagliere contrapposte 131 e 132 solidali ai pistoni 133 e 134 di due cilindri a semplice effetto 135 e 136 formati parallelamente in un unico corpo. Il pignone 130 è solidale ad un albero centrale a cui è fissata la sottobase rotante 128. In sostituzione del sistema mostrato, potrebbe essere utilizzato un qualsiasi altro sistema per il comando della sottobase rotante, ad esempio un sistema a doppia cremagliera con ingranaggi satelliti e ruote libere che consentano di trasformare il movimento alternativo delle due cremagliere in una rotazione continua dell'albero 137 e quindi dell'organo di presa 19.

La Figura 16 mostra infine, a titolo puramente esemplificativo, la possibilità di realizzare un manipolatore a coordinate cilindriche, sulla base degli stessi principi del manipolatore antropomorfo a coordinate polari precedentemente descritto, utilizzando gli stessi gruppi idropneumatici di comando o gruppi idropneumatici analoghi che impieghino cilindri intelligenti e attuatori misti aria-olio nel modo precedentemente descritto, il tutto gestito da un elaboratore programmabile per

controllare in modo selettivo e parzializzabile, velocità, accelerazioni, spostamenti e potenze applicate, conseguendo sostanzialmente tutti i vantaggi dell'invenzione.

Nel caso di Figura 16 il manipolatore comprende una base fissa o allungabile telescopicamente 140, provvista di una tavola rotante 141 dalla quale sporge a sbalzo una porzione di braccio posteriore 142 a cui è articolata, secondo un asse verticale, una porzione di braccio anteriore 143 provvista di un polsino 144 e di un organo di presa 145 simili o analoghi a quelli descritti. Dei gruppi idropneumatici di comando per l'azionamento della base telescopica 140, per la rotazione della tavola 141 e per il movimento angolare della parte anteriore 143 del braccio, sono ottenuti mediante gruppi idropneumatici alloggiati nelle varie parti del manipolatore in modo sostanzialmente analogo a quanto descritto.

La Figura 17 mostra lo schema del circuito di controllo dei due cilindri 94 e 95 costituenti il gruppo di comando della parte di braccio anteriore 16, mentre la Figura 18 rappresenta un grafico degli azionamenti delle rispettive elettrovalvole nonché il profilo della velocità V ottenuta in funzione delle varie posizioni P. Pertanto, con riferimento alle suddette figure, descriveremo il modo di operare del circuito di Figura 17 a

titolo esemplificativo dei principi generali dell'invenzione.

Come si vede nel caso esemplificato, i cilindri pneumatici 94 e 95' del gruppo, nonché la valvola di strozzamento 147 di controllo dell'attuatore idraulico passivo 95", sono collegati a rispettive sorgenti di aria in pressione mediante una serie di elettrovalvole EV1, EV2, EV3, EV4 ed EV5 che nel loro complesso costituiscono un blocco elettropneumatico 146 di controllo dell'asse, gestito dall'unità di processo CP. Caratteristica del blocco elettropneumatico 146 di alimentazione dell'aria in pressione ai vari attuatori, sotto il controllo dell'unità di processo CP, è di avere l'insieme delle variabili di ingresso Xi, singolarmente correlate ai segnali pneumatici di uscita mediante funzioni non lineari o prive di continuità, date dai grafici di azionamento delle elettrovalvole di Figura 18, per ottenere comunque un profilo continuo della velocità di controllo in funzione degli spostamenti del braccio articolato del manipolatore.

In particolare, i dati relativi al movimento desiderato vengono forniti da una memoria programmabile dell'unità di processo CP, i quali dati vengono confrontati in retroazione con i dati relativi alla posizione acquisita dal braccio, forniti in forma digitale dal

generatore di impulsi o encoder 148 associato all'unità pneumatica di comando intelligente 94 della parte di braccio anteriore 16 ora in considerazione. Il segnale errore in uscita dal nodo di confronto 149, viene alimentato in ingresso all'unità di processo CP una cui memoria permanente contiene le modalità di controllo e fornisce in uscita l'insieme di variabili Xi di controllo delle elettrovalvole EV1-EV5.

Normalmente entrambhe le camere dei cilindri sono in pressione; secondo un modo di operare, a partire dalla posizione iniziale 0 viene dapprima azionata l'elettrovalvola EV1 per lo scarico dell'aria in pressione da una camera del cilindro 94, con un lieve ritardo Pr, dopo il quale vengono azionate le elettrovalvole EV3 per sbloccare il freno del cilindro 94, ed EV4 della valvola di strozzamento del circuito idraulico passivo 95". Dopo un rapido incremento, la velocità del braccio prosegue costante fino ad una posizione Pi nella quale viene attivata l'elettrovalvola EV5 dell'attuatore pneumatico 95' per dare un spinta supplementare, se richiesta, ad esempio per vincere una maggiore resistenza al movimento del braccio articolato. Giunti in una posizione prefissata Pq, prossima alla posizione finale Pf, l'elettrovalvola EV4 viene azionata per modificare le condizioni di circolazione dell'olio nel circuito

passivo: contemporaneamente viene dato un impulso di contropressione nella seconda camera del cilindro 94 tramite l'elettrovalvola EV2 per ottenere un rapido rallentamento controllato del braccio, che continua a muoversi fino a Pa con una velocità rallentata: in Pa le elettrovalvole EV1, EV2, EV3 vengono disattivate per interrompere l'alimentazione dell'aria in pressione e rispettivamente per attivare un dispositivo di bloccaggio o di frenatura del cilindro intelligente 94. Pertanto il braccio riduce gradualmente la sua velocità fino a posizionarsi esattamente in Pf. Quanto detto per il gruppo di comando di figura 17, vale anche per i restanti gruppi di comando dell'attuatore.

Da quanto detto risulta dunque evidente che, malgrado la non linearità della funzione di controllo del sistema, in cui le singole variabili di ingresso al blocco 146 non sono in alcun modo correlate da funzioni continue ed univocamente definite, con i rispettivi segnali pneumatici in uscita, partendo da un insieme di variabili di controllo fornite secondo una sequenza prefissata dall'unità di processo CP, è possibile azionare selettivamente le varie elettrovalvole per ottenere una sequenza programmata di segnali di pressione nei vari attuatori che consentono un costante controllo delle velocità e delle posizioni di ciascun gruppo di

comando del manipolatore. E' possibile in questo modo utilizzare un insieme di elettrovalvole On-Off per ciascun blocco elettropneumatico, semplificando sostanzialmente il sistema, riducendo i consumi di energia ed i costi di gestione dell'intero manipolatore.

RIVENDICAZIONI

1. Manipolatore multiassi a controllo idropneumatico, del tipo a coordinate polari e/o circolari comprendente: una base, una tavola rotante per il supporto di un braccio articolato, e mezzi di comando per far ruotare la tavola di supporto e per muovere detto braccio articolato tra posizioni angolari distanziate, caratterizzato dal fatto che ciascun asse di rotazione o di articolazione del manipolatore è collegato ad un gruppo idropneumatico di comando comprendente almeno un'unità pneumatica attiva, ed un'unità idraulica passiva, in cui detta unità idraulica passiva è collegata ad un circuito chiuso comprendente un dispositivo valvolare di restrizione del flusso azionabile pneumaticamente;

ed un sistema di controllo delle velocità e delle posizioni di ciascun asse del manipolatore, detto sistema comprendendo una unità di processo alimentata con dati di riferimento, rispettivamente con dati di posizione e velocità dell'asse, forniti da un generatore di segnali associato al rispettivo gruppo idropneumatico di comando, ed un blocco elettropneumatico di controllo comprendente una pluralità di elettrovalvole controllate da detta unità di processo per l'alimentazione di aria in pressione ai vari gruppi di azionamento, detta unità di processo comprendendo una memoria programmata per forni-

re una successione di segnali di controllo selettivo delle elettrovalvole, tra loro correlati in funzione di una sequenza di comando dei vari gruppi idropneumatici di azionamento, corrispondente ad un programma di movimento preselezionato del braccio articolato del manipolatore.

2. Manipolatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che ciascun gruppo idropneumatico di comando del braccio articolato comprende almeno un cilindro pneumatico lineare il cui pistone è provvisto di una chiocciola che si impegna con un albero filettato di comando del generatore di segnali, che viene fatto ruotare dal movimento alternativo del pistone stesso, e dal fatto che un organo di bloccaggio azionabile pneumaticamente è collegato a detto albero filettato.

3. Manipolatore secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che la detta base comprende un distributore rotante per l'alimentazione di aria in pressione e vari gruppi di comando.

4. Manipolatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che almeno parte dei gruppi di comando dell'attuatore sono del tipo a pignone e cremagliera.

5. Manipolatore secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che i gruppi di comando del braccio

articolato comprendono almeno una unità pneumatica di comando attiva, rispettivamente una unità idropneumatica costituita da un cilindro aria-olio operativamente collegato all'unità di comando pneumatica, e dal fatto che detta unità di controllo è programmata per attivare selettivamente tutte le unità pneumatiche di comando, o parte di esse, in funzione di posizioni angolari prefissate del braccio articolato.

6. Manipolatore secondo la rivendicazione precedente caratterizzato dal fatto che detto braccio articolato è collegato a sistemi elastici di bilanciamento del peso, posti in prossimità dei punti di articolazione.

7. Manipolatore secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che ciascuna unità idraulica passiva è collegata ad un circuito chiuso comprendente un serbatoio contenente una quantità di fluido idraulico pressurizzato mantenuto a pressione costante.

8. Manipolatore secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che almeno una delle due parti del braccio articolato è costituita da elementi scorrevoli telescopicamente.

9. Manipolatore secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che è previsto un organo di presa supportato rotante secondo uno o più assi ortogonali, rispettivamente secondo un asse longitudinale al braccio

del manipolatore, e dal fatto che ciascun asse di articolazione e di rotazione dell'organo di presa è provvisto di un rispettivo gruppo idropneumatico di comando.

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55

Ind. Comm. Art. ★ U.p.i.c.a. - Milano ★ Serv. Brevetti

BREV MI-R 001580

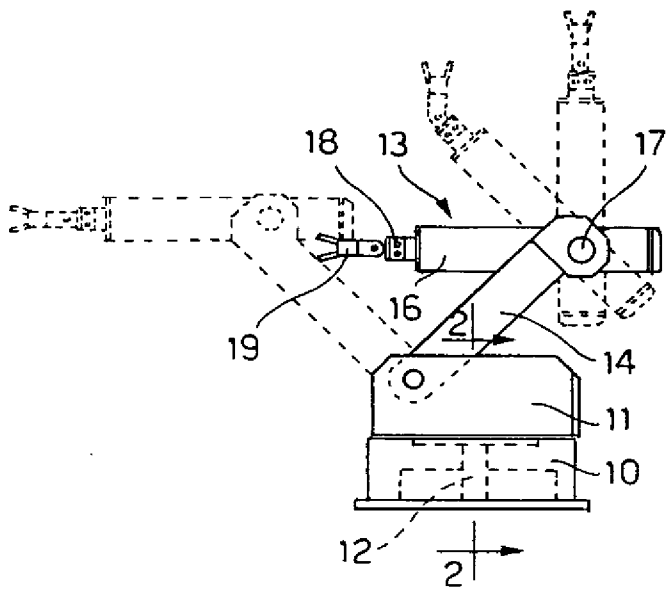


FIG. 1

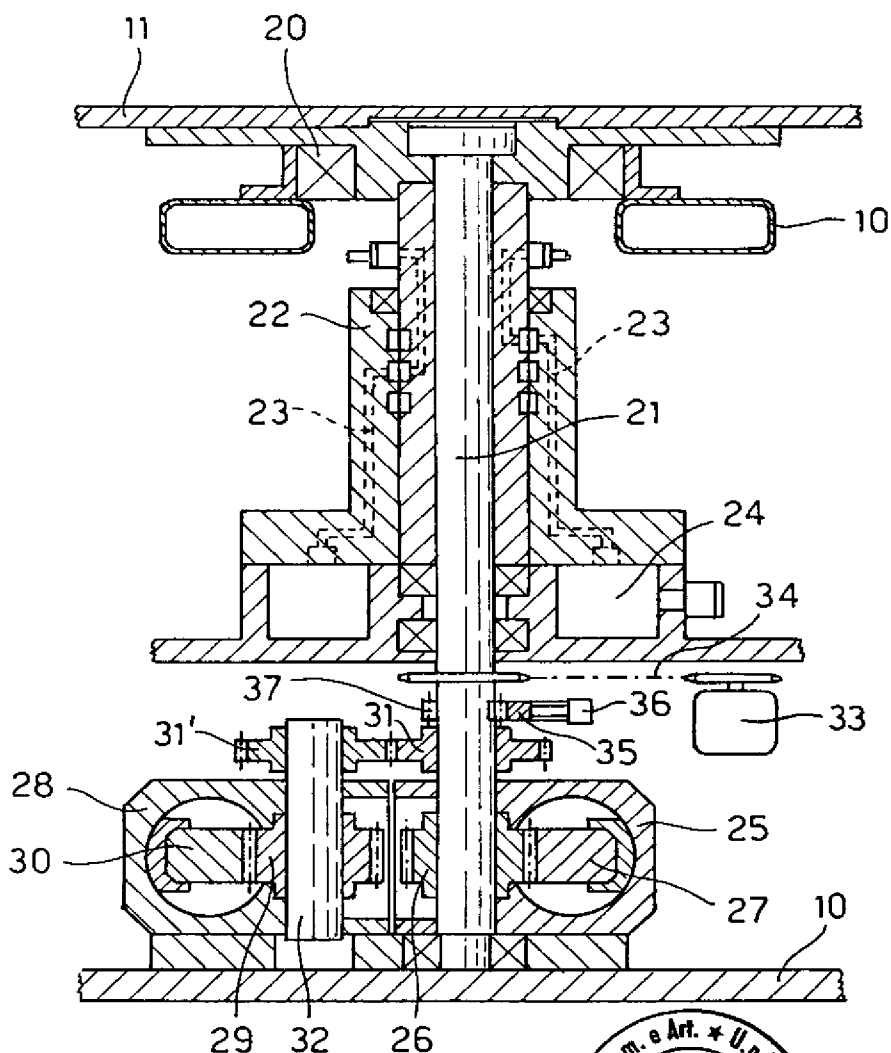


FIG. 2

Min. Ind. Comm. e Art. * U.p.i.c.a. - Milano * Serv. Brevetti *

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55

BREV. MI-R
001580

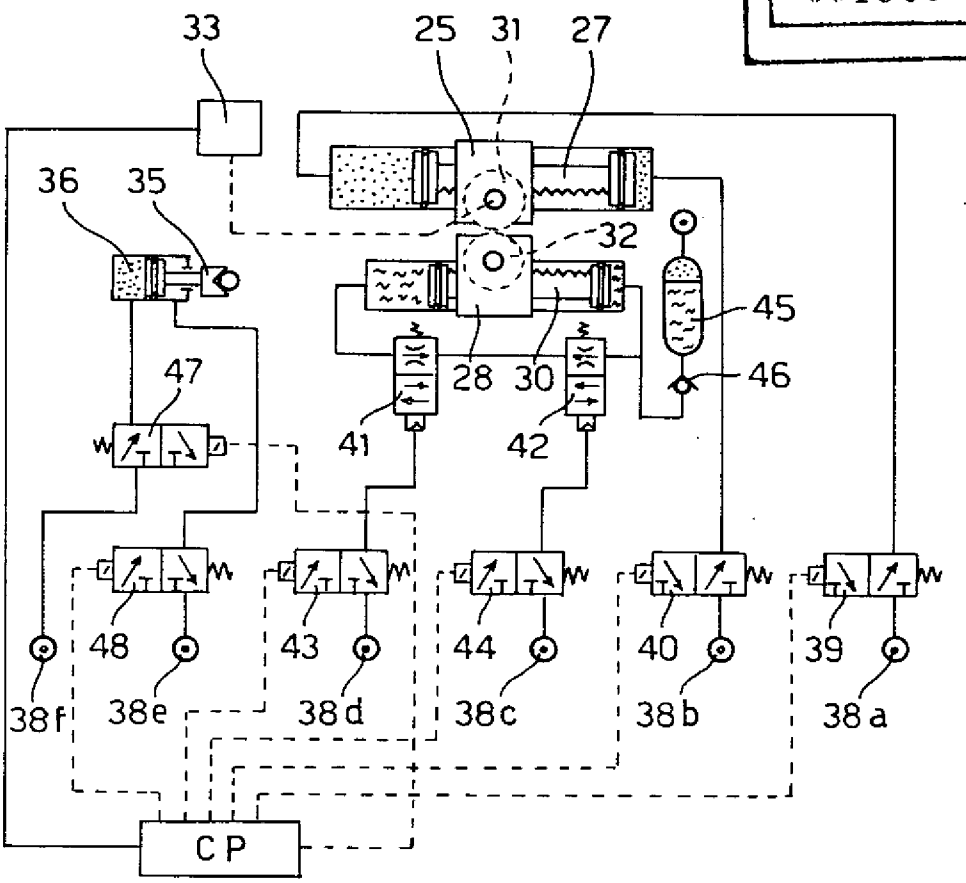


FIG. 3

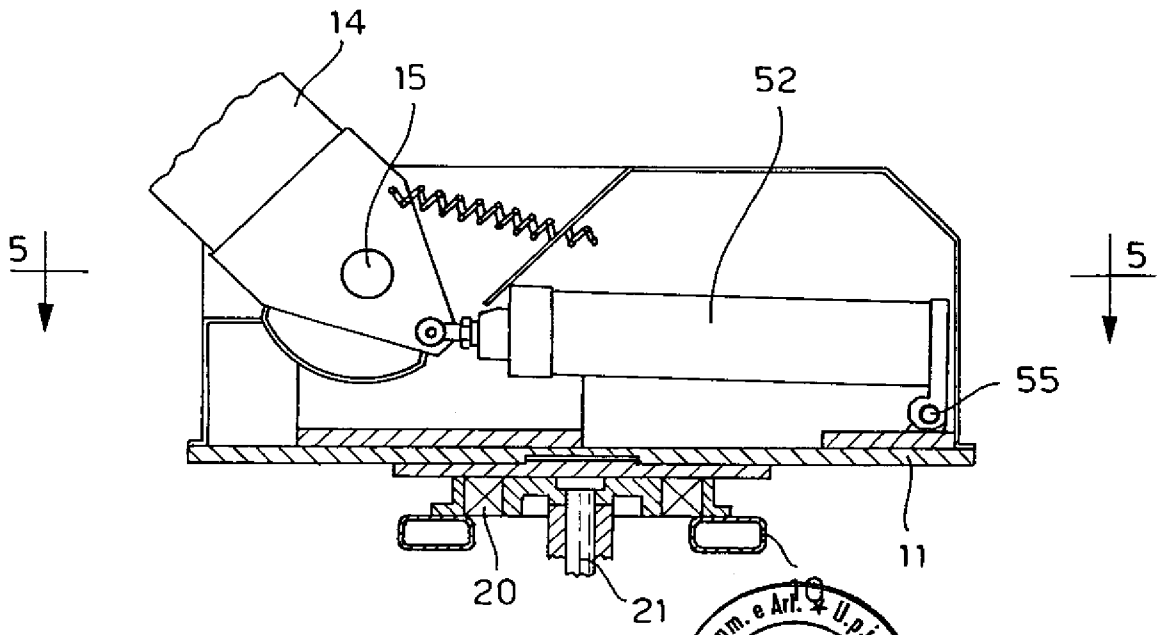


FIG. 4

Min. Ind. Comm. e Art. - U.p.i.c.a. - Milano
Serv. Brevetti

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55

BREV. MI-R
001580

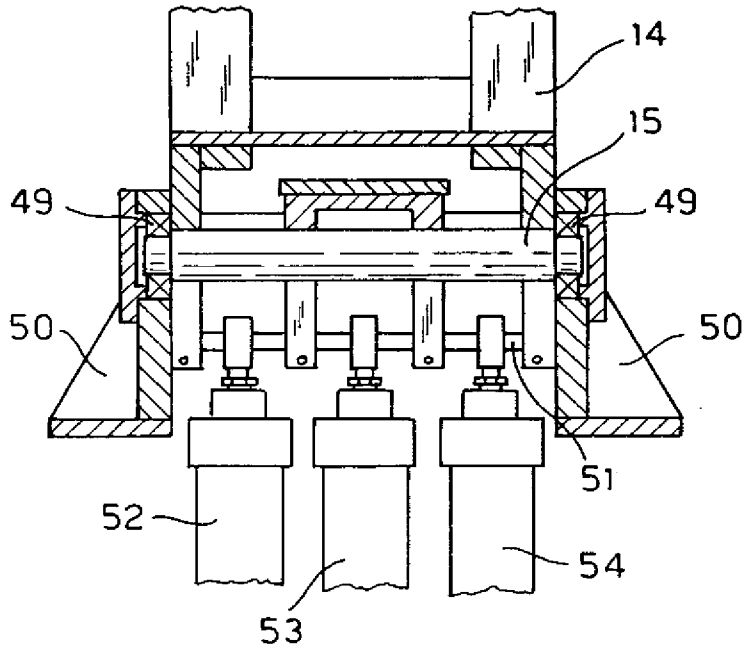


FIG. 5

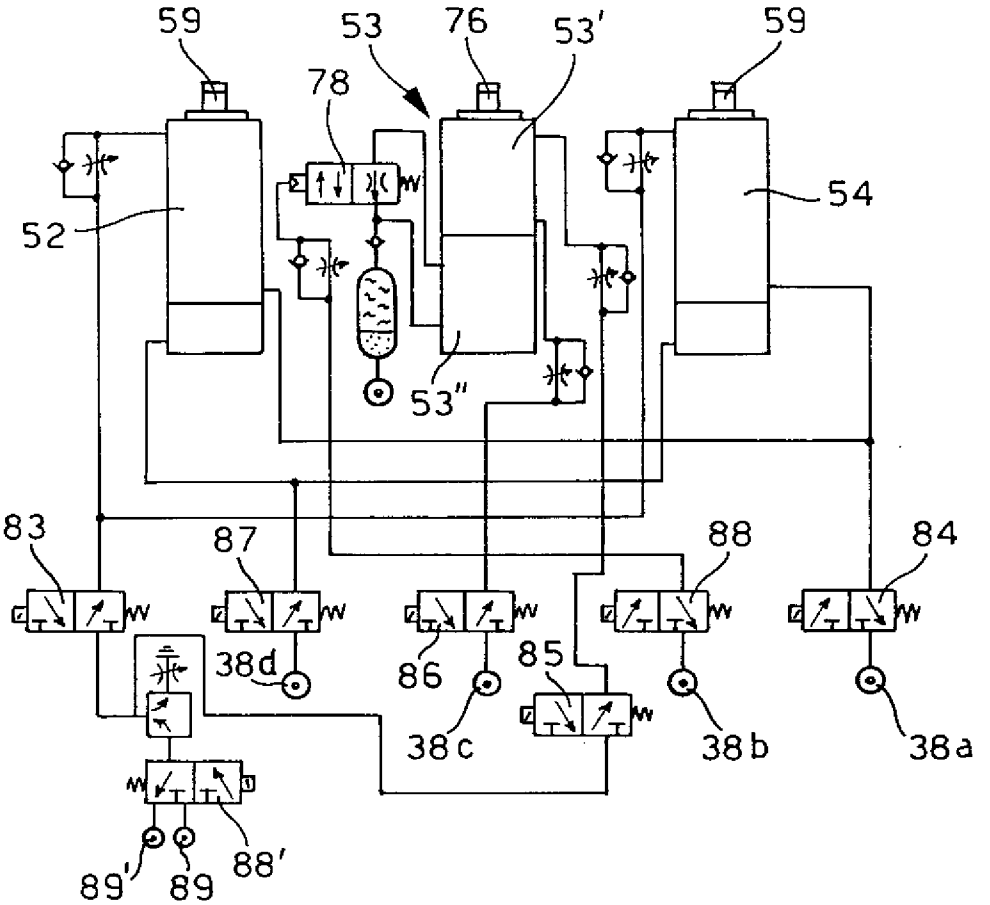


FIG. 8

Min. Ind. Comm. e Art. * U.p.i.c.a. Milano * Serv. Brevetti *

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55

BREV. MI-R
001580

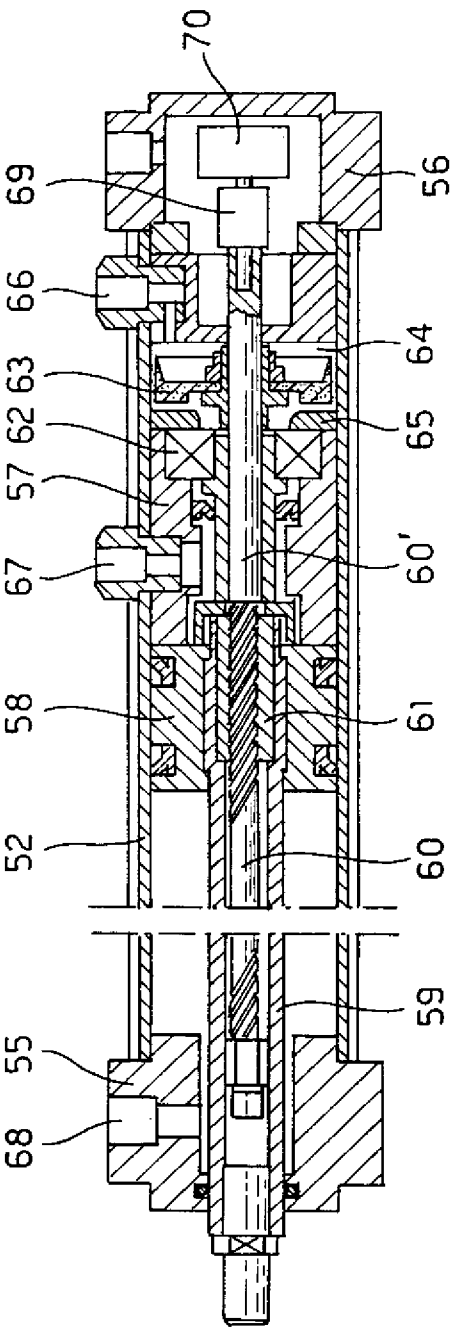


FIG. 6

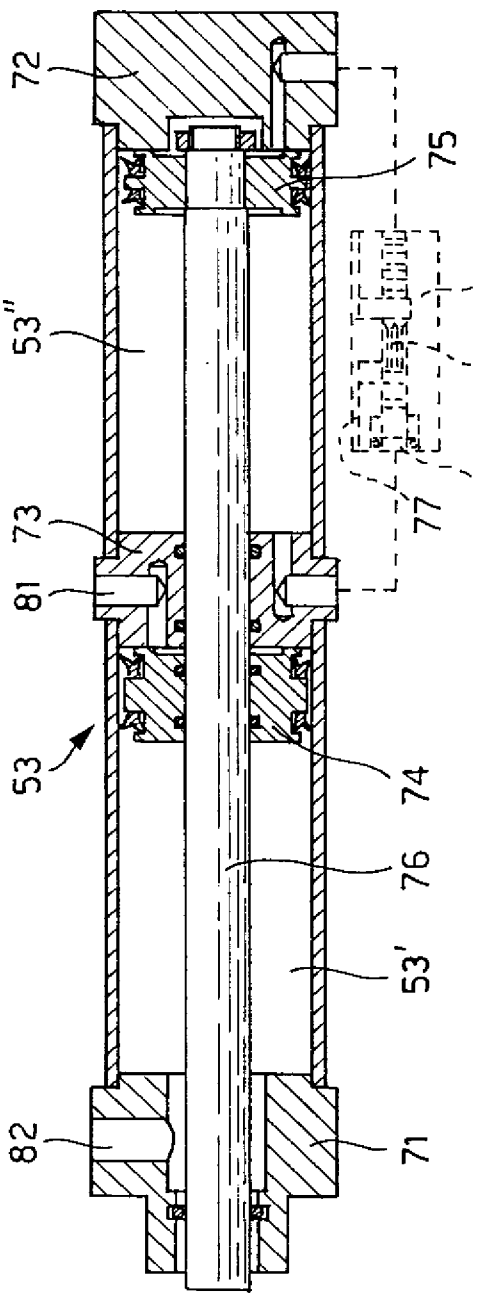


FIG. 7

Min. Ind. Comm. e Art. * U.p.i.c.a. * Roma * Serv. Brevetti *

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55

UNIVER

BREV. MI-R
001580

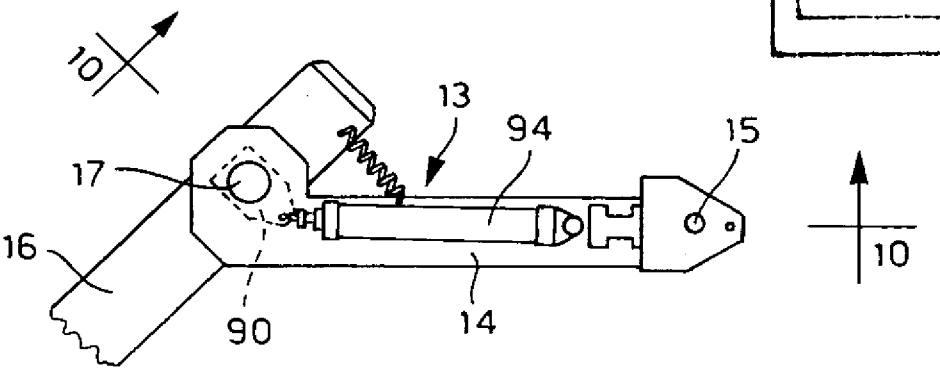


FIG. 9

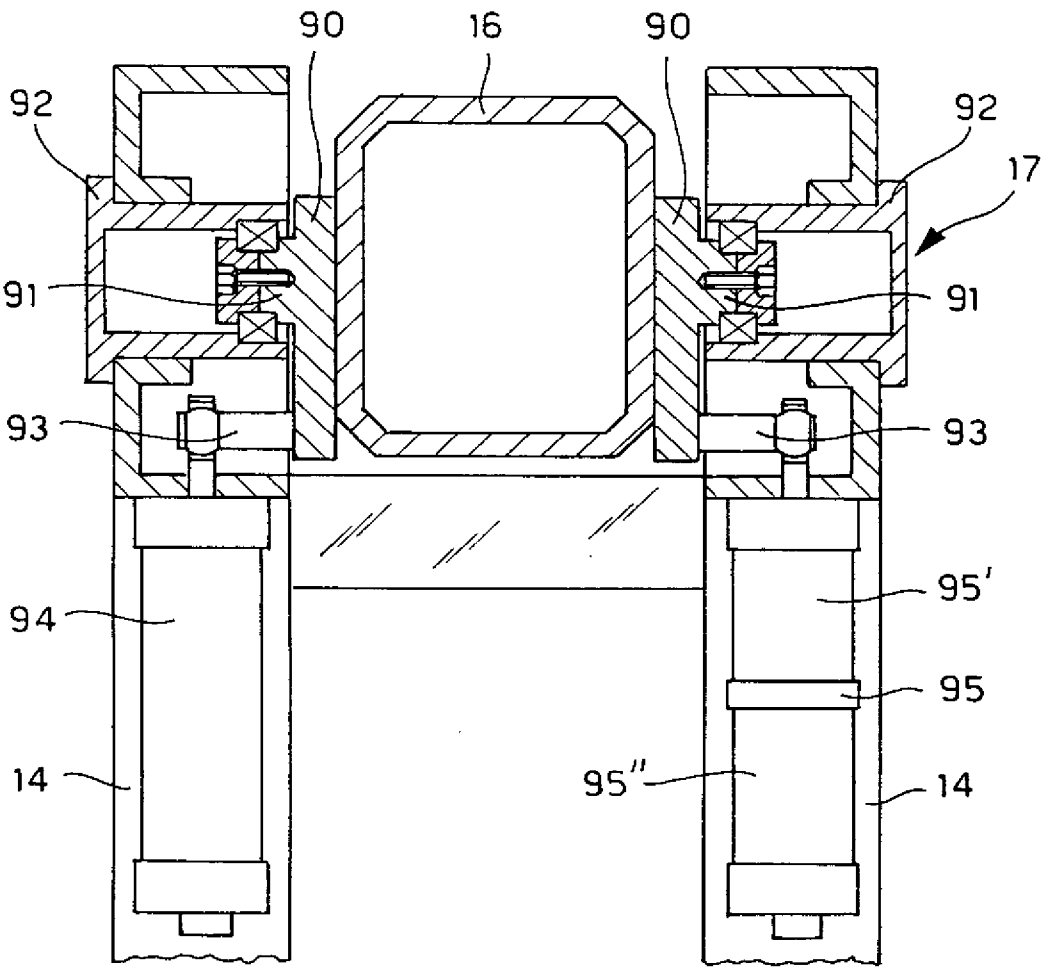


FIG. 10

Min. Ind. Comm. e Art. * U.P.I.C.A. Milano * Serv. Brevetti *

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55

UNIVER

BREV. MI-R
001580

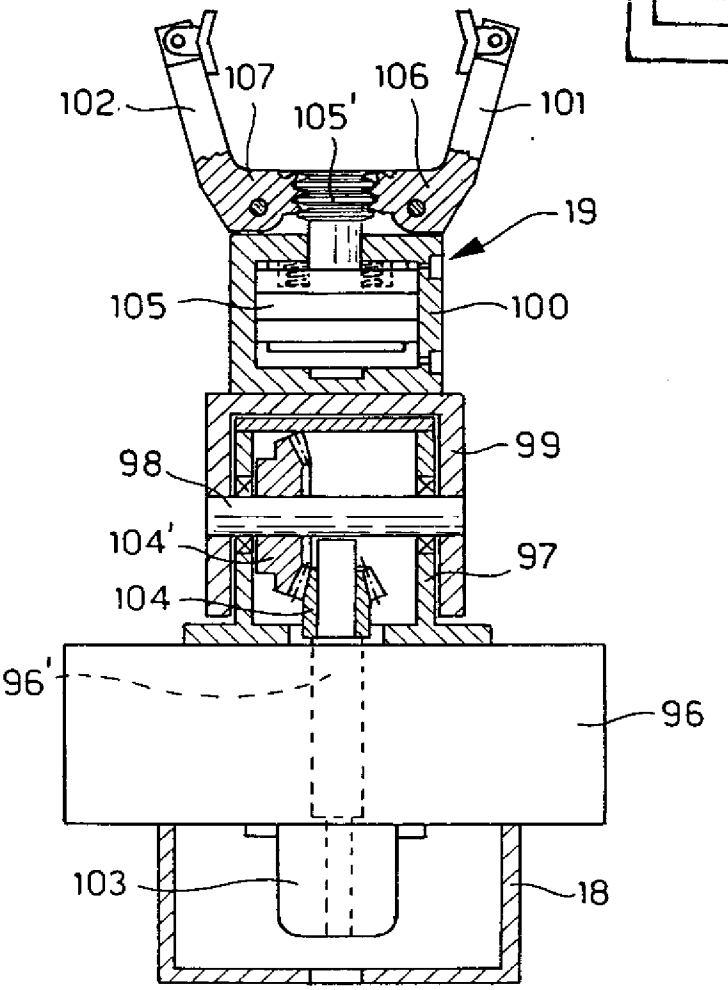


FIG. 11

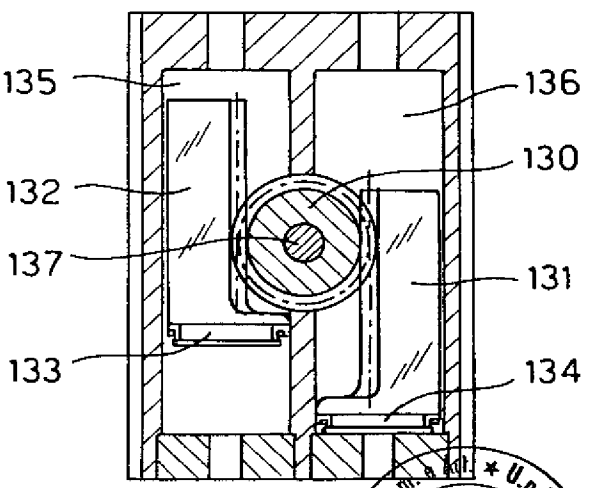


FIG. 15

Min. Ind. Comm. e Art. * U.p.i.c.a. Milano * Segr. Brevetti *

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55

UNIVER

BREV. MI-R
001580

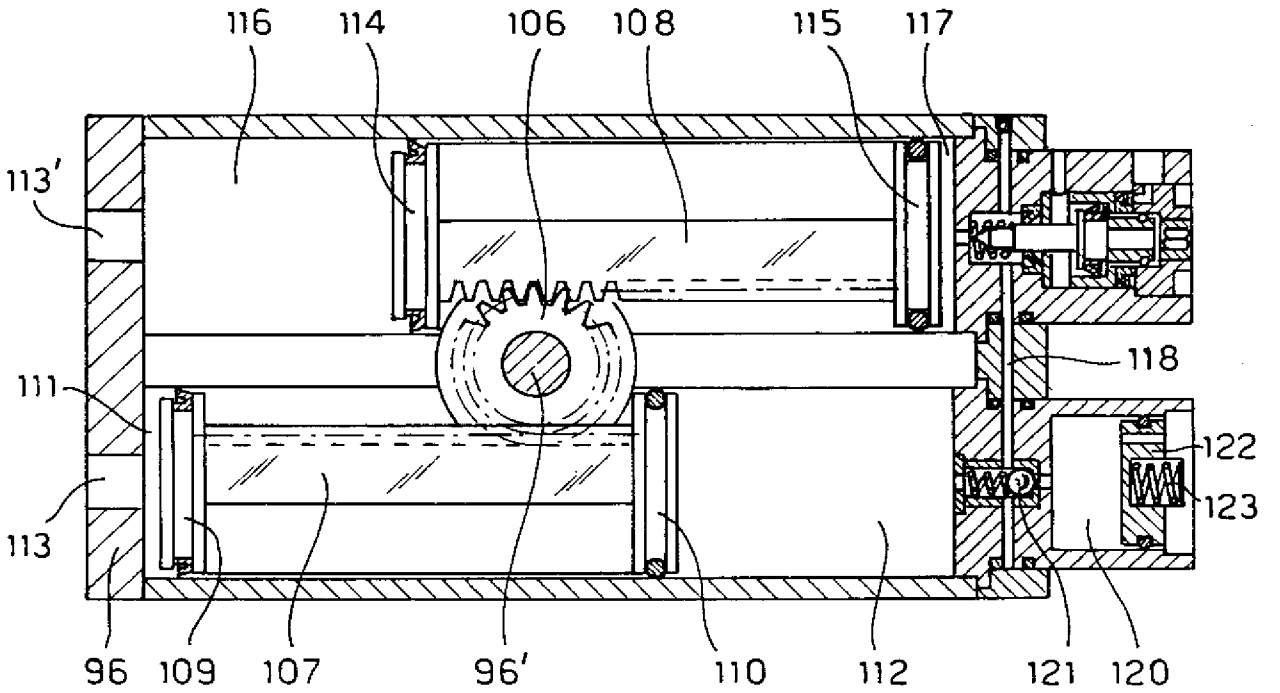


FIG. 12

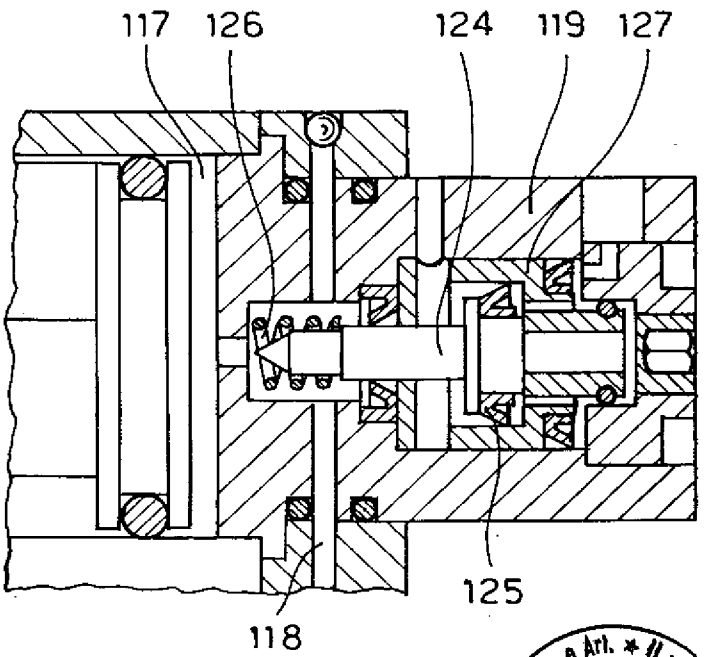


FIG. 13

M.I.n. Ind. Comm. e Art. * U.P.I.C.A. Roma *
* Serv. Brevetti *

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55

UNIVER

BREV. MI-R
001580

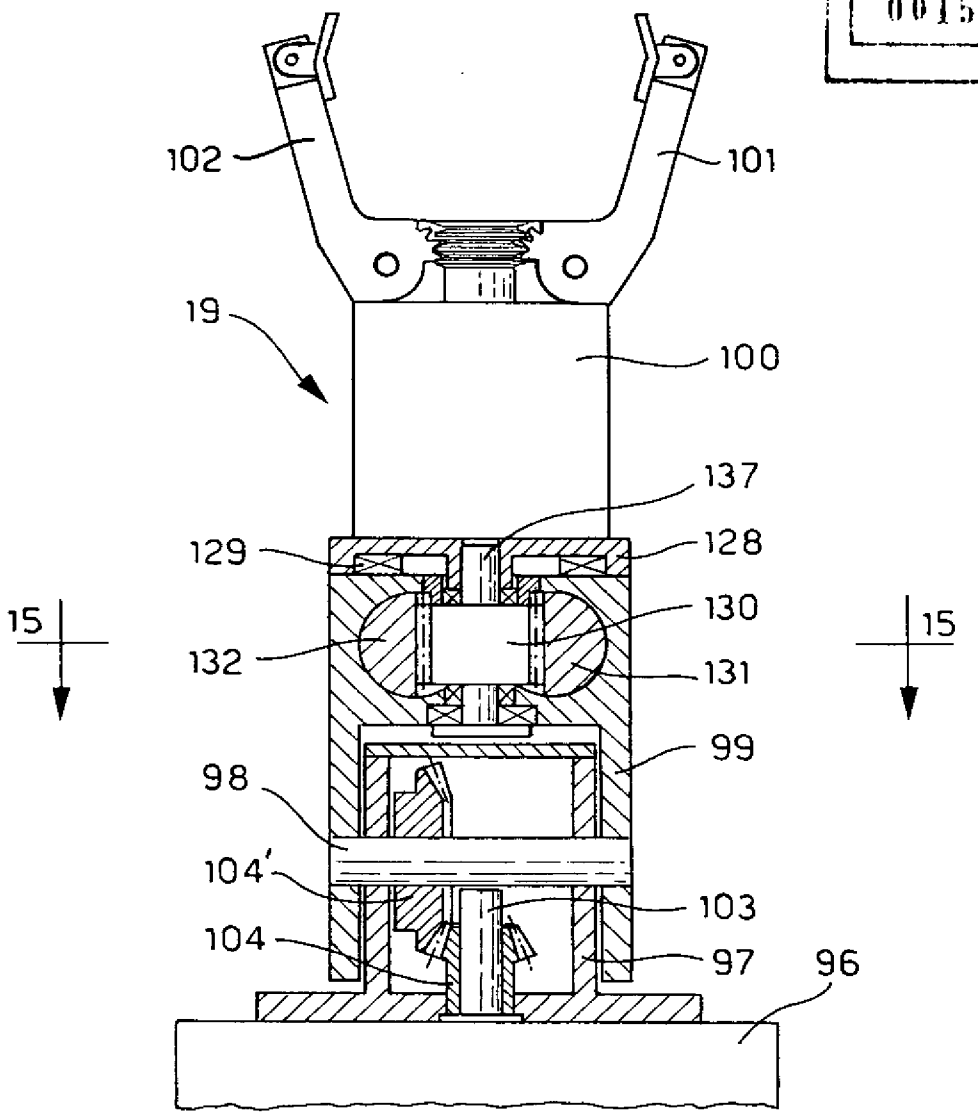


FIG.14

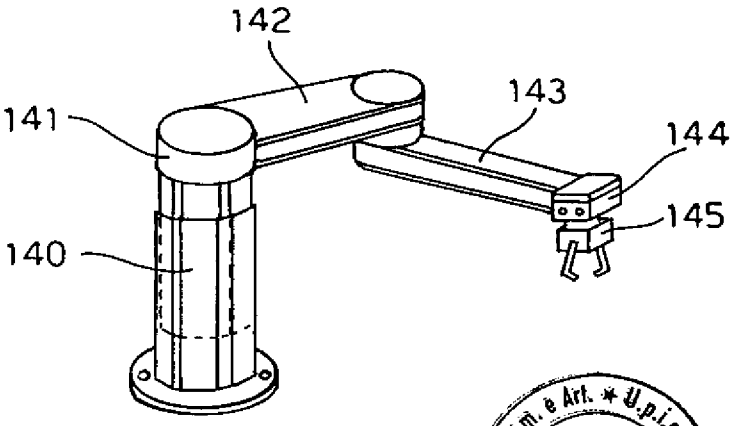


FIG.16

Min. Ind. Comm. e Art. * U.p.i.c.a. - Milano * Serv. Brevetti *

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55

UNIVER

BREV. MI-R
001580

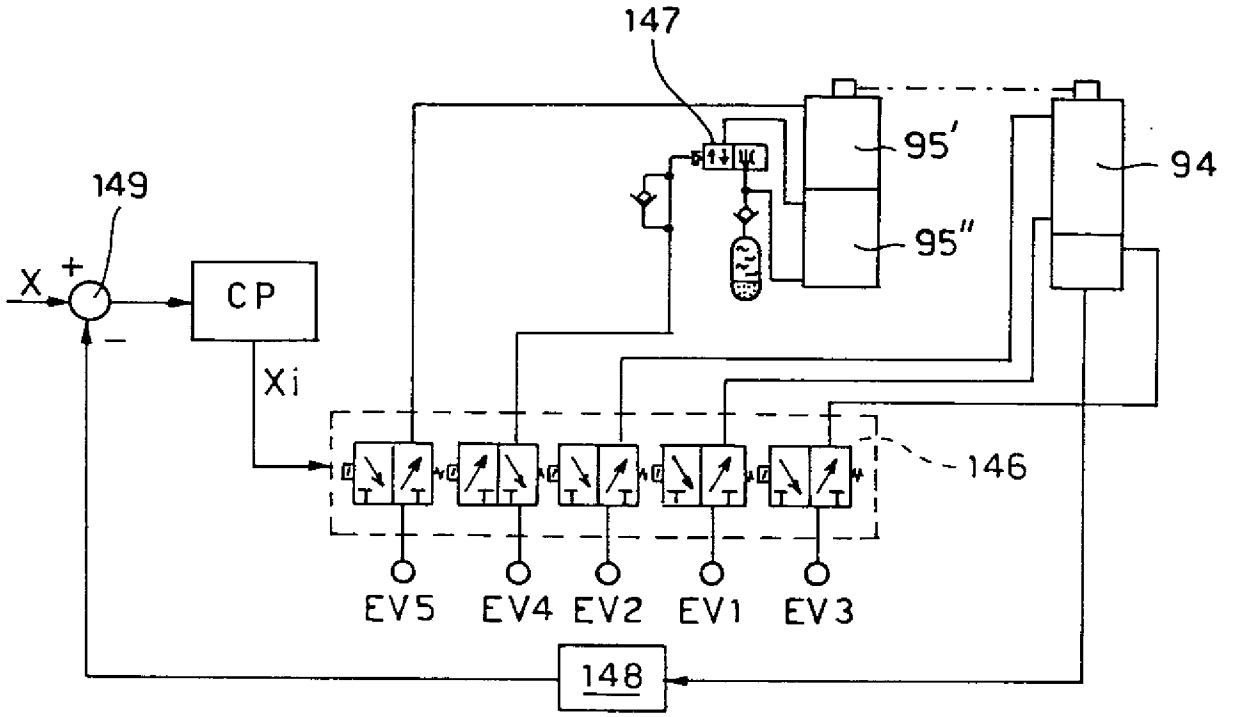


FIG. 17

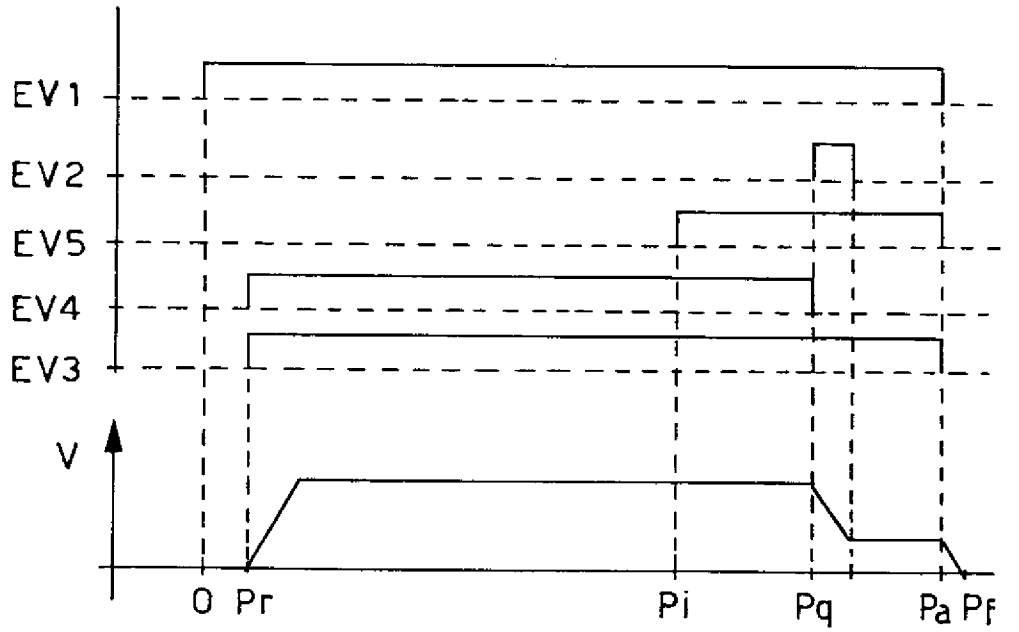


FIG. 18

Min. Ind. Comm. e Art. ★ U.p.i.c.a. - Milano ★ Serv. Brevetti ★

ING. LUIGI COLOBERTI
ISCRIZIONE ALBO N °55