



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101995900442807
Data Deposito	23/05/1995
Data Pubblicazione	23/11/1996

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	H		

Titolo

SISTEMA CARTESIANO DI TRASMISSIONE DEL MOVIMENTO A DUE O PIU' ASSI CON MOTORI FERMI UTILIZZANTE CINGHIA O CATENA, CON CONFIGURAZIONE AD " H VARIABILE".

Titolo: *Sistema cartesiano di trasmissione del movimento a due o più assi con motori fermi utilizzante cinghia o catena, con configurazione ad "H variabile"*

a nome: *Vittorio Guarini*

TO 95A035403

* * * * *

L'invenzione si riferisce ad un dispositivo atto a trasmettere un movimento combinato di tipo cartesiano secondo due o più assi ed ottenuto da motori fermi, ovvero non vincolati a muoversi secondo gli stessi assi.

Nei dispositivi tradizionali, ad esempio costituiti da trasmissione vite-madrevite o pignone-cremagliera, è sempre necessario che uno o più motori venga traslato dal movimento stesso degli assi, con lo svantaggio di incrementare notevolmente la massa in movimento, con conseguente aumento della potenza richiesta dai motori, diminuzione delle accelerazioni possibili e quindi delle velocità assiali e sensibile aumento complessivo dei tempi di ciclo. Un altro svantaggio è costituito dal fatto che per alimentare i motori e per usufruire dei trasduttori di posizione e velocità, si dovrà effettuare un cablaggio che dovrà muoversi con gli stessi motori.

Il dispositivo oggetto del presente brevetto evita questi inconvenienti, donando al sistema una massa mobile molto piccola e quindi agilità di movimento, motori poco potenti, semplicità costruttiva ed un costo realizzativo molto più basso dei sistemi tradizionali, trovando applicazione nei robots, nelle macchine utensili a controllo numerico, nelle macchine di misura, nei plotters ecc.

Vittorio Guarini

La figura 1 mostra lo schema funzionale del dispositivo, il quale è costituito da un basamento (0) sul quale sono fissati due motori (1) e (2) dotati di puleggia, due pulegge folli (3) fissate sul basamento (0), quattro puleggine folli (4) posizionate su una slitta (6) costituente l'asse di movimentazione Y, in grado di scorrere liberamente sulle guide (7) bloccate al basamento (0), una seconda slitta (8) in grado di muoversi liberamente sulle guide (9) posizionate sulla slitta (6) e costituente l'asse di movimentazione X, ed una cinghia o catena (5) abbracciante le pulegge dei motori (1) e (2), le pulegge fisse (3), le puleggine (4) e bloccato alla slitta (8) mediante il fissaggio (10). La rotazione opportuna delle pulegge dei motori (1) e (2), consente alla slitta (8) di raggiungere un qualsiasi punto del piano XY all'interno del basamento (0).

Per illustrare il funzionamento del dispositivo, lo schema della figura 1 è stato semplificato in quello illustrato in figura 2. Tale schema è costituito dalle sole pulegge e dalla cinghia o catena, intendendo che le quattro pulegge costituenti i vertici dell'"H variabile" sono inamovibili, mentre alle quattro puleggine (4) è consentito il solo movimento lungo l'asse Y e non è consentito un movimento relativo tra di loro, ed infine il punto P, trascinato dalla cinghia (5), potrà muoversi, relativamente alle quattro puleggine, solamente lungo l'asse X.

Ovviamente, dal moto combinato delle quattro puleggine e del punto P rispetto alle puleggine, risulterà il moto complessivo di P lungo i due assi X ed Y. Il sistema di movimentazione risulterà essere di tipo cartesiano bidimensionale.

Si faccia la seguente posizione:

Altare Guai

ω_1 : velocità angolare della puleggia mossa dal motore M1, nel verso indicato dalla figura 2.

ω_2 : velocità angolare della puleggia mossa dal motore M2, nel verso indicato dalla figura 2.

r : raggio delle pulegge calettate sui motori M1 ed M2, nonché delle pulegge fisse (3).

V : vettore velocità del punto P.

V_X : componente di V lungo l'asse X.

V_Y : componente di V lungo l'asse Y [1]

V_1 : vettore velocità del punto P dovuto al solo contributo di ω_1 .

V_2 : vettore velocità del punto P dovuto al solo contributo di ω_2 .

V_{P1} : velocità lineare periferica della puleggia del motore M1 per effetto di ω_1 .

V_{P2} : velocità lineare periferica della puleggia del motore M2 per effetto di ω_2 .

Si hanno le seguenti relazioni fra ω_1 , ω_2 , V_{P1} e V_{P2} :

$$V_{P1} = \omega_1 \cdot r \quad [2]$$

$$V_{P2} = \omega_2 \cdot r \quad [3]$$

La determinazione della velocità V in funzione delle singole pulsazioni ω_1 e ω_2 , verrà fatta utilizzando il principio della sovrapposizione degli effetti, sommando i contributi determinati separatamente da ω_1 e da ω_2 . Tali contributi sono stati denominati V_1 e V_2 .

Calcolo del contributo V_1 , determinato da ω_1 , con $\omega_2 = 0$.

In queste condizioni, se ω_1 ha il verso orario della figura 2, il punto P si sposterà lungo il verso positivo di una retta X' ruotata di -45° rispetto

*Alleg. Quod
Vulgar.*

all'asse X, passante per l'origine e orientata come in figura 3. Il modulo di V_1 è il seguente:

$$V_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{P1} \quad [4]$$

Calcolo del contributo V_2 , determinato da ω_2 , con $\omega_1 = 0$.

In queste condizioni, se ω_2 ha il verso orario della figura 2, il punto P si sposterà lungo il verso positivo di una retta Y' ruotata di 45° rispetto all'asse X, passante per l'origine e orientata come in figura 3. Il modulo di V_2 è il seguente:

$$V_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V_{P2} \quad [5]$$

Gli assi X' ed Y', ottenuti per rotazione di -45° degli assi principali X e Y, possono essere considerati come gli assi su cui si muove il punto P, per effetto delle pulsazioni ω_1 e ω_2 oppure delle velocità periferiche V_{P1} e V_{P2} . Per passare da un sistema di coordinate ad un altro, è sufficiente applicare una trasformazione di rotazione. Il vettore velocità V presenta, nel sistema di coordinate X-Y, componenti (V_X, V_Y) , mentre in X'-Y' componenti (V_1, V_2) .

Le relazioni di trasformazione di coordinate fra X, X' e Y, Y', sono:

$$\begin{cases} x' = x \cdot \cos(-45^\circ) + y \cdot \sin(-45^\circ) \\ y' = y \cdot \cos(-45^\circ) - x \cdot \sin(-45^\circ) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = V_X \cos(45^\circ) - V_Y \sin(45^\circ) \\ V_2 = V_Y \cos(45^\circ) + V_X \sin(45^\circ) \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} (V_X - V_Y) \\ V_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} (V_X + V_Y) \end{cases} \quad [6]$$

Dalle [4], [5] e [6] si ottiene:

Atti Gi. Guadagni

$$\begin{cases} V_{P1} = (V_X - V_Y) \\ V_{P2} = (V_X + V_Y) \end{cases} \quad [7]$$

$$\begin{cases} V_X = \frac{1}{2}(V_{P1} + V_{P2}) \\ V_Y = \frac{1}{2}(V_{P2} - V_{P1}) \end{cases} \quad [8]$$

Oppure, tenendo conto delle [2] e [3]:

$$\begin{cases} \omega_1 = \frac{1}{r}(V_X - V_Y) \\ \omega_2 = \frac{1}{r}(V_X + V_Y) \end{cases} \quad [9]$$

$$\begin{cases} V_X = \frac{r}{2}(\omega_1 + \omega_2) \\ V_Y = \frac{r}{2}(\omega_2 - \omega_1) \end{cases} \quad [10]$$

Le precedenti equazioni non cambiano scambiando la posizione del motore M1 con quella della puleggia (3) sinistra, oppure la posizione del motore M2 con quella della puleggia (3) destra, o entrambe, mantenendo gli stessi versi di rotazione dei motori.

Si esaminerà ora la possibilità di aggiungere altri assi di movimentazione ai due schemi trattati, sempre facendo in modo da non avere motori in movimento.

L'aggiunta di ogni altro asse, comporta l'aggiunta di un ulteriore livello di cinghia o catena, parallela alla precedente, come illustrato dalla figura 4, relativo ad un sistema a quattro assi.

In tale figura, sono presenti tre livelli di cinghia.

Il primo livello è quello già esaminato relativo agli assi X e Y nel quale sono presenti i motori M1 ed M2 le cui pulegge sono state evidenziate con tratto più scuro; tutte le altre pulegge sono folli. Il secondo ed il terzo

Vittorio Geronzi

livello realizzano il terzo ed il quarto asse e sono caratterizzati da un motore per livello aggiuntivo, posizionati ad esempio come in figura 4.

La cinghia relativa all'asse aggiuntivo, ad esempio l'asse Z, usufruirà di pulegge indipendenti da quelle degli altri assi, potendo utilizzare però gli stessi perni di rotazione. I motori degli assi aggiuntivi potranno essere posizionati su una qualsiasi estremità dell' "H variabile".

La figura 5 illustra lo schema semplificato relativo ad un secondo livello di cinghia o catena. Il terzo motore, indicato con M3 nello schema, è stato posizionato di fronte al motore M1.

La puleggia indicata con P3 nella figura 5, è posizionata sulla slitta (8) della figura 1, la quale trasporta nel piano XY la puleggia P3 che può ruotare sia per effetto del moto trasmesso dal motore M3, sia per effetto del suo stesso spostamento nel piano XY. Tali effetti saranno valutati separatamente e successivamente saranno sommati per il principio della sovrapposizione degli effetti. Tutte le pulegge indicate con (3) e (4) nella figura 5 sono folli.

Si faccia la seguente posizione, in aggiunta alle [1]:

ω_3 : velocità angolare della puleggia mossa dal motore M3, nel verso indicato dalla figura 5.

ω_{P3} : velocità angolare della puleggia P3, nel verso indicato dalla figura 5.

V_{P3} : velocità lineare periferica della puleggia del motore M3 per effetto di ω_3 .

V_{PP3} : velocità lineare periferica della puleggia P3 complessiva. [11]

V'_{PP3} : velocità lineare periferica della puleggia P3 per il solo effetto di V.

V''_{PP3} : velocità lineare periferica della puleggia P3 per il solo effetto di ω_3 .

Nota: questa

Con riferimento allo schema della fig. 5, si ha:

$$\begin{cases} V_{PP3}^I = V_Y - V_X \\ V_{PP3}^{II} = V_{P3} \end{cases} \quad [12]$$

Poichè $V_{PP3} = V_{PP3}^I + V_{PP3}^{II}$, dalle [7] e [12] si ottiene:

$$\begin{cases} V_{P3} = V_{P1} + V_{PP3} \\ V_{PP3} = -V_{P1} + V_{P3} \end{cases} \quad [13]$$

Dalle [13] si può osservare come le equazioni cinematiche del terzo asse dipendono dalla velocità periferica determinata dal motore M1.

Il terzo asse appena aggiunto è di tipo rotativo. Qualora si volesse trasformarlo in un asse verticale Z, si può utilizzare un dispositivo vite-madrevite come schematizzato nella figura 6.

In tale figura è stata indicata con (1) la vite, che è in grado di muoversi nella direzione V_z , mentre con (2) è stata indicata la puleggia-madrevite, la cui rotazione ω_{P3} provoca lo spostamento verticale della vite.

Indicando con r il raggio della puleggia P3 e con Passo il passo della vite (1), si ha:

$$\omega_{P3} = \frac{V_{PP3}}{r} \quad [14]$$

$$V_z = \omega_{P3} \cdot \text{Passo} \quad [15]$$

Dalle [13], [14] e [15] si ottiene:

$$\begin{cases} V_{P3} = V_{P1} + \frac{r}{\text{Passo}} \cdot V_z \\ V_z = \frac{V_{P3} - V_{P1}}{r} \cdot \text{Passo} \end{cases} \quad [16]$$

Dovendo aggiungere un quarto asse, ad esempio un asse rotante, occorrerà introdurre un terzo livello di cinghia nel quale la posizione del quarto motore potrà essere identica a quella del terzo, come indicato nella

Allegato 5

figura 5. In tale ipotesi le equazioni che si otterranno saranno identiche a quelle relative al terzo asse. In alternativa, si può ricorrere ad una differente posizione per il motore 4, come indicato nella figura 7. Si noti che il quarto motore è stato posizionato di fronte al secondo.

Analogamente a quanto fatto per il terzo asse, si indichi con:

ω_4 : velocità angolare della puleggia mossa dal motore M4, nel verso indicato dalla figura 7.

ω_{P4} : velocità angolare della puleggia P4, nel verso indicato dalla figura 7.

V_{P4} : velocità lineare periferica della puleggia del motore M4 per effetto di ω_4 .

V_{PP4} : velocità lineare periferica della puleggia P4 complessiva. [17]

V'_{PP4} : velocità lineare periferica della puleggia P4 per il solo effetto di V.

V''_{PP4} : velocità lineare periferica della puleggia P4 per il solo effetto di ω_4 .

Con riferimento allo schema della fig 7, si ha:

$$\begin{cases} V'_{PP4} = -V_Y - V_X \\ V''_{PP4} = V_{P4} \end{cases} \quad [18]$$

Poichè $V_{PP4} = V'_{PP4} + V''_{PP4}$, dalle [7] e [18] si ottiene:

$$\begin{cases} V_{P4} = -V_{P2} + V_{PP4} \\ V_{PP4} = V_{P2} + V_{P4} \end{cases} \quad [19]$$

Si noti come le equazioni [19] facciano riferimento, oltre naturalmente alla puleggia P4, alla velocità periferica del secondo motore. Si può anche dimostrare che, posizionando il motore di un asse aggiuntivo sopra il motore M1, si ottengono ancora le equazioni [13], mentre posizionandolo sopra M2 si ottengono le [19].

Nicola Guas

La rotazione ω_4 può essere utilizzata per realizzare un asse rotante in aggiunta ai tre assi coordinati XYZ già trattati in precedenza, come espresso dalla figura 8. In tale figura il secondo livello di cinghia o catena (5) permette la rotazione della puleggia (3) (cioè P4), la quale trascina nella rotazione l'albero (4) che può scorrere verticalmente all'interno della puleggia (3). L'albero (4) è fissato all'asse Z attraverso i cuscinetti (2) e (7), e mette in rotazione l'asse rotante (1). Il secondo livello di cinghia (6), corrispondente all'asse Z, mette in rotazione la puleggia dotata di madrevite (11) (cioè P3), la quale fa muovere verticalmente la vite (12) fissata in (8) all'asse Z. Le puleggine (9) e (10) migliorano il contatto fra le pulegge e la cinghia. Le pulegge (3) e (11) e le puleggine (9) e (10) sono trascinate dalla slitta (8) della figura (1), e possono solo ruotare sul suo piano.

La disposizione di ulteriori livelli di cinghia o catena potrebbe essere fatta, oltre che con lo schema delle figg. 5 o 7, con quello della fig. 9, in cui la puleggia aggiuntiva P3 viene rigirata rispetto allo schema originale. Con tale schema ovviamente la sua rotazione risulterà invertita rispetto a quella degli schemi esaminati in precedenza.

Per ottenere un movimento lungo l'asse Z senza utilizzare il sistema vite-madrevite della figura 6, in genere piuttosto costoso, si può realizzare, per il secondo livello di cinghia, lo schema semplificato della figura 10. In tale figura prospettica sono state indicate con (1) le pulegge, di cui una motorizzata, ruotanti in un piano parallelo al piano XY, con (2) la cinghia o catena, con (3) le quattro puleggine ruotanti in un piano parallelo al piano XY ed in grado di traslare lungo la direzione Y, con (4) due ulteriori puleggine ruotanti in un piano parallelo al piano XZ ed in grado di traslare,

Altri due

rispetto alle puleggine (3), lungo la direzione X, e con (5) gli ancoraggi della cinghia (2) all'asse Z. La rotazione di una delle pulegge (1), provocata dal motore dell'asse Z, farà muovere gli ancoraggi (5) lungo una direzione parallela all'asse Z.

Per realizzare un asse rotante, invece dello schema della figura 8, si può utilizzare quello della figura 11, nella quale è rappresentato il terzo livello di cinghia o catena.

Agli elementi descritti nella figura 10, sono stati aggiunti la puleggia (6) ancorata all'asse Z e ruotante in un piano parallelo al piano XZ, le puleggine (7) ancorate all'asse Z e ruotanti in un piano parallelo al piano YZ, e la puleggia (8), sempre ancorata all'asse Z e ruotante in un piano parallelo al piano XY, che costituisce l'asse ruotante. La rotazione di una delle pulegge (1), determinata dal motore dell'asse ruotante, consentirà una rotazione della puleggia (8).

Per ottenere più coppie di assi XY interpolate sullo stesso piano di lavoro, è possibile sfruttare le stesse guide indicate con (7) nella figura 1, per far scorrere un altro gruppo costituito da (4), (6), (8), (9) e (10) nella stessa figura, in modo da ottenere lo schema della figura 12. Il movimento di ciascuna coppia di assi viene ottenuto mediante uno schema come in figura 2, per cui saranno necessari due livelli di cinghia o catena. In figura 12, la coppia di motori M1 ed M2 muove la prima coppia di assi XY sul primo livello di cinghia o catena, mentre M3 ed M4 muovono la seconda coppia XY sul secondo livello di cinghia o catena.

Un altro sistema per ottenere due coppie di assi XY è quello realizzato in figura 13, ottenuto raddoppiando il gruppo costituito da (8) e (10) della

Alto Guan

figura 1. Le due coppie di assi ottenute in questo caso non sono indipendenti, in quanto entrambe sfruttano lo stesso asse Y. In tal caso sono sempre necessari due livelli di cinghia o catena, ma mentre il primo sarà costituito dal solito schema della figura 2, il secondo avrà un solo motore M3 e la cinghia sarà fissata al secondo carrello (8) mediante il secondo fissaggio (10) della figura 1.

I due schemi delle figg. 12 e 13 possono infine essere combinati assieme per ottenere quattro coppie XY, a due a due indipendenti, come rappresentato in figura 14. Per tale schema saranno necessari 6 motori e quattro livelli di cinghia o catena.

Esiste anche la possibilità di poter comandare tre assi con due soli motori, come espresso dalla figura 15. Tali assi possono essere interpolati a coppie in maniera alternativa, cioè si possono muovere gli assi XY tenendo bloccato Z, oppure YZ tenendo bloccato X.

La figura 15 è sostanzialmente simile alla figura 1, ad eccezione della puleggia (10) posizionata sulla slitta (8) e trascinata dalla cinghia o catena (5), del freno (11) in grado di bloccare la rotazione della puleggia (10) e del freno (12) in grado di bloccare il movimento X della slitta (8) sulle guide (9).

Lo schema semplificato della figura 15 è stato riportato nella figura 16, dove valgono le posizioni [1] e [11] relativamente ai simboli ivi utilizzati. I freni (11) e (12) della figura 15 devono essere azionati in modo alternativo, in modo che, quando è azionato il freno (11) che blocca la rotazione ω_{p3} , il movimento lungo gli assi X e Y siano possibili, mentre quando è azionato il freno (12) che blocca il movimento lungo l'asse X, siano possibili la

Alter Gu-

rotazione ω_{P3} e il movimento lungo Y. Supponendo di bloccare la rotazione ω_{P3} , si ottiene lo stesso schema funzionale rappresentato in figura 2, per cui varranno ancora le [7], [8], [9] e [10]. Bloccando il movimento lungo l'asse X, dalla figura 15 si può osservare che alla V_X possiamo sostituire la V_{PP3} , mentre la V_Y rimane immutata, per cui le [7] e [8] si trasformano in:

$$\begin{cases} V_{P1} = (V_{PP3} - V_Y) \\ V_{P2} = (V_{PP3} + V_Y) \end{cases} \quad [20]$$

$$\begin{cases} V_{PP3} = \frac{1}{2}(V_{P1} + V_{P2}) \\ V_Y = \frac{1}{2}(V_{P2} - V_{P1}) \end{cases} \quad [21]$$

L'asse rotante P3 può essere agevolmente trasformato in un asse verticale, come espresso dalle [14] e [15].

Il dispositivo illustrato in figura 15 è molto vantaggioso per ciò che riguarda i costi, in quanto si risparmia l'azionamento di un asse più il secondo livello di cinghia o catena, ma occorre aggiungere i due freni e non si possono interpolare contemporaneamente tutti gli assi.

La stessa cosa vista in precedenza si può realizzare anche sullo schema della figura 10, immaginando di bloccare alternativamente il movimento lungo l'asse X oppure il movimento lungo l'asse Z. In tal modo, motorizzando due delle pulegge indicate con (1) nella figura 10, si possono ottenere anche in questo caso tre assi di movimento con due soli motori, interpolati a coppie.

Facendo invece riferimento alla figura 11, immaginando di motorizzare anche in tal caso due delle pulegge (1), se si riesce a bloccare contemporaneamente la rotazione della puleggia (8) ed il movimento lungo

Atto Qua

l'asse Z, la rotazione dei due motori genererà uno spostamento del gruppo (4), (6), (7) e (8) in un piano parallelo al piano XY. Bloccando invece il movimento lungo l'asse X e la rotazione della puleggia (8), si otterrà un movimento del gruppo (6), (7) e (8) in un piano parallelo al piano YZ. Bloccando infine i movimenti lungo gli assi X e Z, si otterrà il movimento della puleggia (8) lungo un asse parallelo a Y e la sua rotazione.

In tal modo si riescono ad ottenere quattro assi di movimentazione utilizzando due soli motori, interpolati a coppie.

Si vuole infine illustrare un modo per poter controllare la movimentazione del sistema quattro assi e due motori precedentemente illustrato. Tale sistema è rappresentato in figura 17. Due delle pulegge (1) della figura 11 sono mosse dai motori M1 ed M2, ai quali sono collegati i due trasduttori di velocità e/o posizione E1 ed E2. Drive 1 e Drive 2, tramite la retroazione determinata da E1 ed E2, controllano la velocità di rotazione di M1 ed M2, per mezzo dei riferimenti Vp1 e Vp2. Ciascun asse rettilineo possiede un trasduttore rettilineo di posizione, indicati con Riga X, Riga Y e Riga Z, mentre l'asse rotativo possiede un trasduttore angolare indicato con Enc. R. Tutti questi trasduttori di posizione sono utilizzati come retroazione per il controllo numerico a quattro assi denominato CONTROLLO, i cui riferimenti di velocità degli assi sono utilizzati per generare, tramite due sommatori, Vp1 e Vp2. Il CONTROLLO può inoltre comandare singolarmente l'azione dei tre freni degli assi X, Z e rotante, indicati con Freno X, Freno Z e Freno R. Con il sistema di riferimento della figura 17, indicando con Vp1 e Vp2 le velocità periferiche delle pulegge di M1 ed M2 (coincidenti con i riferimenti di

Atta Qua

Drive 1 e Drive 2) nel verso della figura 18, con V_x , V_y , V_z e V_r rispettivamente le velocità degli assi X, Y, Z e rotante, la tabella riassuntiva della figura 18 esprime la relazione fra V_{p1} , V_{p2} e le velocità V_x , V_y , V_z e V_r nelle tre ipotesi di utilizzo dei freni. Tale tabella specifica ad esempio che, se si vuol comandare gli assi X ed Y, occorre disinserire il Freno X, ed inserire i freni Z ed R. Si ha che $V_{p1}=V_x-V_y$ e $V_{p2}=V_x+V_y$, mentre occorrerà azzerare V_z e V_r .

A patto di avere dei freni efficienti, un sistema di questo genere sarà, oltre che economico per l'utilizzo di due soli motori e drive anzichè quattro e di una meccanica poco costosa, anche molto preciso per la presenza dei trasduttori di posizione calettati direttamente sugli assi. Tale trovato consente inoltre al CONTROLLO di vedere il sistema meccanico come se fosse un sistema cartesiano puro, con un motore indipendente per asse, che semplifica notevolmente la stesura del software di movimentazione.

Alt. Guarin

RIVENDICAZIONI

- 1) Dispositivo di trasmissione del movimento biasse tipo cartesiano con motori fermi utilizzando uno schema ad "H variabile" secondo la figura 1, costituito da un basamento (0) sul quale sono fissati due motori (1) e (2) dotati di puleggia, due pulegge folli (3) fissate sul basamento (0), quattro puleggine folli (4) posizionate su una slitta (6) costituente l'asse di movimentazione Y, in grado di scorrere liberamente sulle guide (7) bloccate al basamento (0), una seconda slitta (8) in grado di muoversi liberamente sulle guide (9) posizionate sulla slitta (6) e costituente l'asse di movimentazione X, ed una cinghia o catena (5) abbracciante le pulegge dei motori (1) e (2), le pulegge fisse (3), le puleggine (4) e bloccato alla slitta (8) mediante il fissaggio (10).
- 2) Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i motori (1) e (2) possono essere singolarmente o entrambi scambiati con le pulegge (3).
- 3) Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 e 2, al quale è stato aggiunto un secondo livello di cinghia o catena come da figure 4 e 5 per la creazione di un terzo asse di tipo rotante, costituito dalla seconda cinghia (5) della figura 5, dal terzo motore M3 posizionato come in figura 5, dalle pulegge folli (3) della figura 5 posizionate sul basamento (0) della figura 1 aventi assi coincidenti o non coincidenti con quelli delle pulegge del livello inferiore, dalle puleggine folli (4) della figura 5 posizionate sulla slitta (6) della figura 1, aventi assi coincidenti o non coincidenti con quelli delle

Atto Qua

puleggine del livello inferiore, dalla puleggia condotta P3 della figura 5 e dalle puleggine (6) della figura 5, la cui presenza non è fondamentale per il funzionamento del dispositivo.

- 4) Dispositivo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che l'asse rotante P3 è stato trasformato in un asse la cui direzione risulta ortogonale rispetto a quella dei primi due, come espresso dalla figura 6, costituito dalla puleggia (2) corrispondente a P3 della figura 5 e dotata di madrevite, e dalla vite (1) corrispondente al terzo asse.
- 5) Dispositivo secondo la rivendicazione 2, al quale è stato aggiunto un terzo livello di cinghia o catena come da figure 4 e 7 per la creazione di un quarto asse di tipo rotante, costituito dalla terza cinghia (5) della figura 7, dal quarto motore M4 posizionato come in figura 7, dalle pulegge folli (3) della figura 7 posizionate sul basamento (0) della figura 1 aventi assi coincidenti o non coincidenti con quelli delle pulegge dei livelli inferiori, dalle puleggine folli (4) della figura 7 posizionate sulla slitta (6) della figura 1, aventi assi coincidenti o non coincidenti con quelli delle puleggine dei livelli inferiori, dalla puleggia condotta P4 della figura 5 con asse coincidente o non coincidente con quello di P3 del secondo livello, e dalle puleggine (6) della figura 7, la cui presenza non è fondamentale per il funzionamento del dispositivo.
- 6) Dispositivo secondo le rivendicazioni 3, 4 e 5, caratterizzato dal fatto che i motori M3 e/o M4 possono essere scambiati con una qualsiasi puleggia indicata con (3) nelle figure 5 e 7.

Attilio Guadagnoli

- 7) Dispositivo secondo le rivendicazioni 3, 4, 5 e 6, caratterizzato dal fatto che puleggia P4 può essere utilizzata per realizzare un asse rotante in aggiunta ai tre assi coordinati XYZ, come espresso dalla figura 8, in cui il secondo livello di cinghia o catena (5) permette la rotazione della puleggia (3), la quale trascina nella rotazione l'albero (4) che può scorrere verticalmente all'interno della puleggia (3), che l'albero (4) è fissato all'asse Z attraverso i cuscinetti (2) e (7) e mette in rotazione l'asse rotante (1), che il secondo livello di cinghia (6) corrispondente all'asse Z mette in rotazione la puleggia dotata di madrevite (11), la quale fa muovere verticalmente la vite (12) fissata in (8) all'asse Z e che le puleggine (9) e (10) servono a migliorare il contatto fra le puleggie (3) e (11) e le cinghie o catene (5) e (6).
- 8) Dispositivo secondo le rivendicazioni 3, 4, 5 e 6, caratterizzato dal fatto che le pulegge P3 e/o P4 possono essere disposte come in figura 9.
- 9) Dispositivo secondo le rivendicazioni 1, 2 e 3, caratterizzato dal fatto che l'asse Z è stato realizzato con lo schema semplificato della figura prospettica 10, in cui alla puleggia P3 della figura 5 sono state sostituite le due puleggine (4) della figura 10 ruotanti in un piano parallelo al piano XZ e che l'asse Z viene trascinato, tramite gli ancoraggi (5) della figura 10, dalla rotazione di una delle pulegge (1) determinata dal motore dell'asse Z.
- 10) Dispositivo secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che l'asse ruotante è stato realizzato mediante lo schema semplificato

Atto

della figura prospettica 11 in cui è stato aggiunto, rispetto alla figura 10, la puleggia (6) ancorata sull'asse Z e ruotante in un piano parallelo al piano XZ, le puleggine (7) ancorate all'asse Z e ruotanti in un piano parallelo al piano YZ, la puleggia (8), sempre ancorata all'asse Z e ruotante in un piano parallelo al piano XY che costituisce l'asse ruotante, e che la rotazione di una delle pulegge (1), determinata dall'asse rotante, consentirà la rotazione della puleggia (8).

- 11) Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 e 2, caratterizzato dal fatto che il gruppo costituito da (4), (6), (8), (9) e (10) della figura 1 sia stato raddoppiato onde ottenere due coppie di assi XY indipendenti, come indicato nella figura 12, che i due gruppi possano o meno utilizzare le stesse guide (7) della figura 1, che il movimento di ciascuna coppia di assi sia ottenuto da uno schema come in figura 2.
- 12) Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 e 2, caratterizzato dal fatto che il gruppo costituito da (8) e (10) della figura 1 sia stato raddoppiato, come espresso in figura 13, in modo da ottenere due assi X vincolati allo stesso asse Y, che utilizzi due livelli di cinghia o catena di cui il primo costituito come in figura 2, mentre il secondo da un solo motore M3, la cui cinghia o catena sia fissata al secondo carrello (8) mediante il secondo fissaggio (10) della figura 1.
- 13) Dispositivo secondo le rivendicazioni 11 e 12, caratterizzato dal fatto che gli schemi delle figure 12 e 13 possono essere combinati

Atto. Guss

insieme in modo da ottenere lo schema della figura 14, costituito da quattro coppie di assi XY a due a due indipendenti.

- 14) Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 e 2 ed illustrato in figura 15, caratterizzato dal fatto che, rispetto alla figura 1, sono stati aggiunti una puleggia (10) posizionata sulla slitta (8) e trascinata dalla cinghia o catena (5), un freno (11) in grado di bloccare la rotazione della puleggia (10) e un freno (12) in grado di bloccare il movimento X della slitta (8) sulle guide (9), e che i due freni (11) e (12) debbano essere azionari in maniera alternativa.
- 15) Dispositivo secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che, bloccando alternativamente il movimento lungo l'asse X oppure lungo l'asse Z e motorizzando due delle pulegge indicate con (1) nella figura 10, si possono ottenere tre assi cartesiani di movimentazione con due soli motori.
- 16) Dispositivo secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che, motorizzando due delle pulegge (1) della figura 11 e bloccando contemporaneamente la rotazione della puleggia (8) ed il movimento lungo l'asse Z, la rotazione dei due motori genererà uno spostamento del gruppo (4), (6), (7) e (8) in un piano parallelo al piano XY. Bloccando invece il movimento lungo l'asse X e la rotazione della puleggia (8), si otterrà un movimento del gruppo (6), (7) e (8) in un piano parallelo al piano YZ. Bloccando infine i movimenti lungo gli assi X e Z, si otterrà il movimento della puleggia (8) lungo un asse parallelo ad Y e la sua rotazione. In tal

Atto Qua

modo si riescono ad ottenere quattro assi di movimentazione utilizzando due soli motori, interpolati a coppie.

- 17) Dispositivo secondo le rivendicazioni 16, caratterizzato dal fatto che, per ottenere un sistema quattro assi cartesiani utilizzando due soli motori e drive, si è utilizzato lo schema della figura 17 con la tabella riassuntiva della figura 18, costituito dai motori M1 ed M2 dotati di trasduttore di velocità e/o posizione E1 ed E2, dai trasduttori di posizione Riga X, Riga Y, Riga Z ed Enc. R, da Drive 1 e Drive 2, dai due sommatori generanti Vp1 e Vp2 secondo le modalità espresse in figura 17, costituenti il riferimento di Drive 1 e Drive 2, dal controllo numerico CONTROLLO utilizzante come retroazione le velocità/posizioni generate dai trasduttori Riga X, Riga Y, Riga Z ed Enc. R e generante le velocità di riferimento assi Vx, Vy, Vz e Vr e pilotante i tre freni Freno X, Freno Z e Freno R.

Torino, 23/05/1995



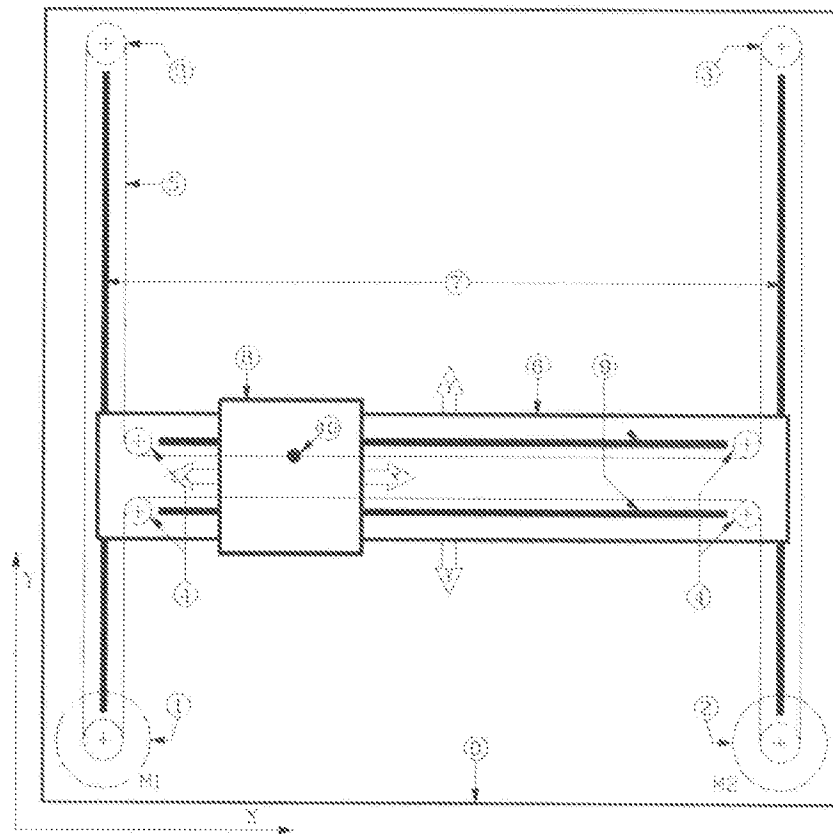


Fig. 1

W. H. L. L.

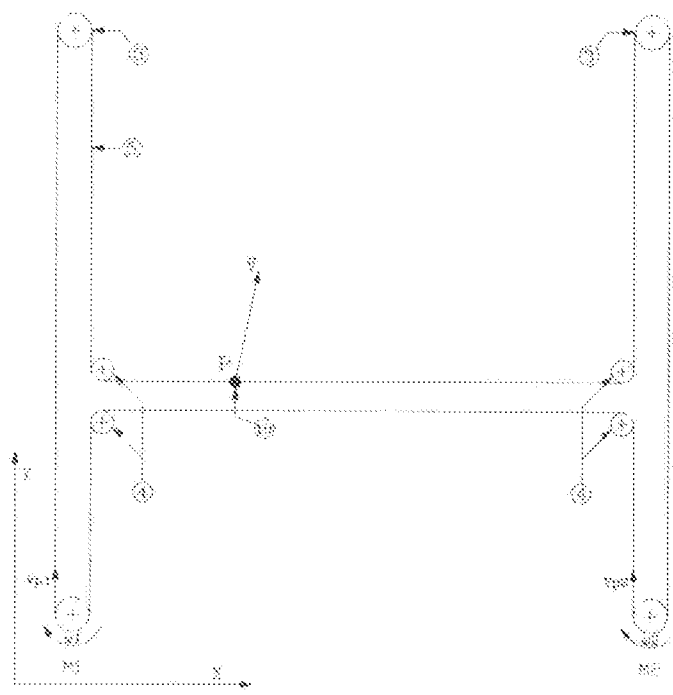
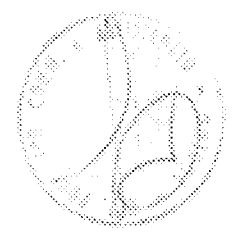


Fig. 2

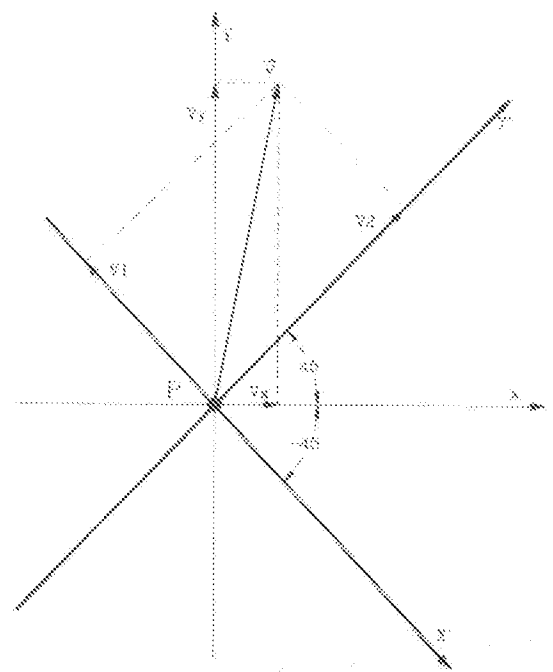


Fig. 3

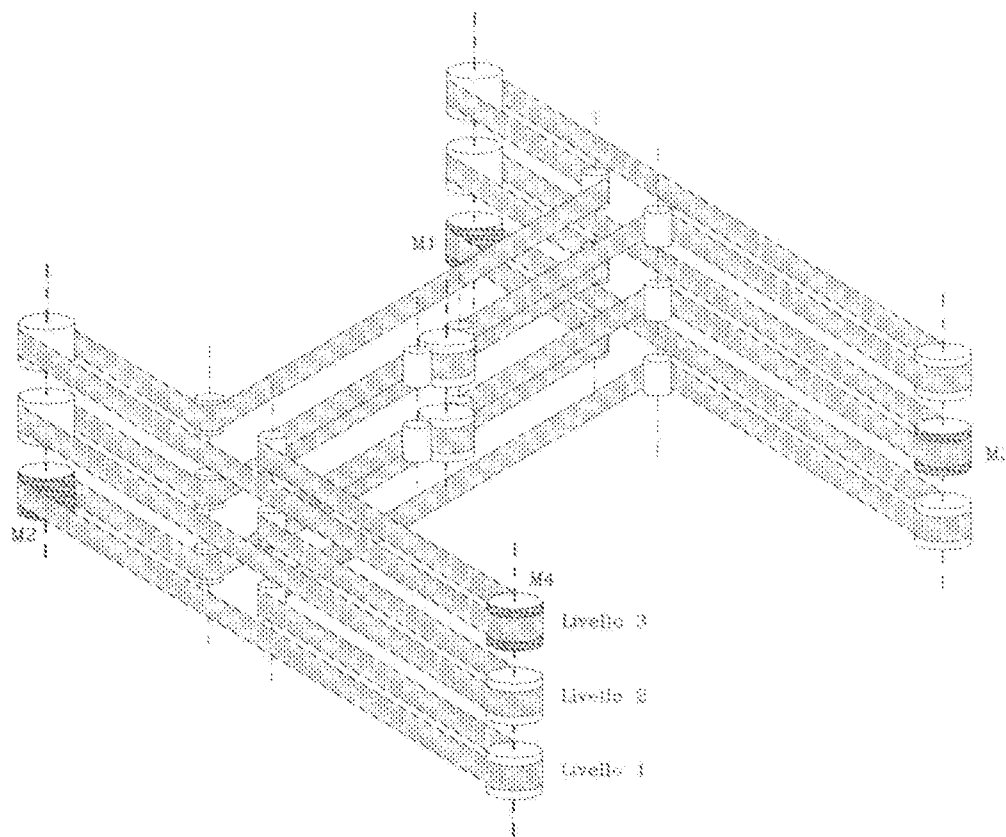


Fig. 4

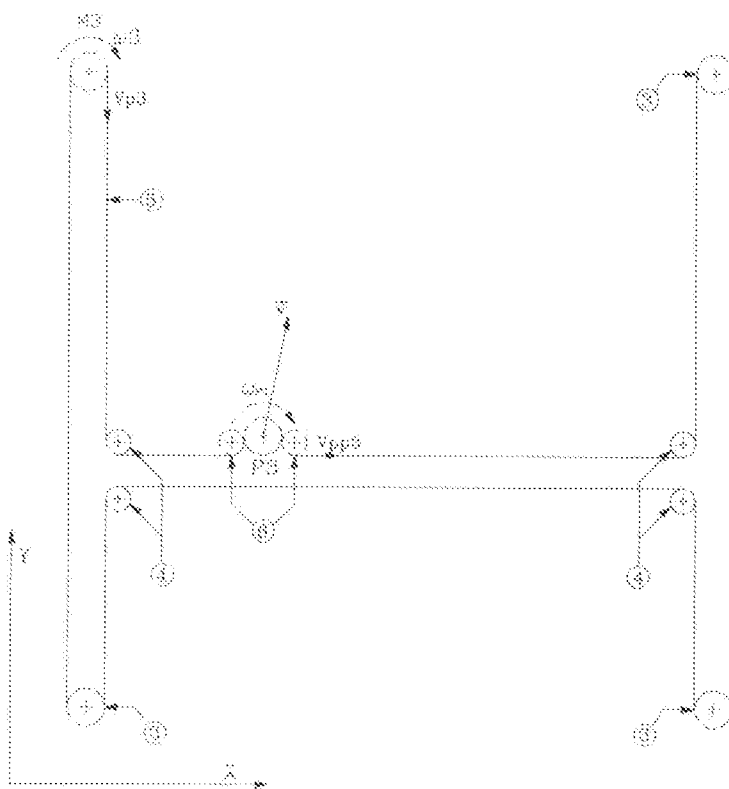


Fig. 5

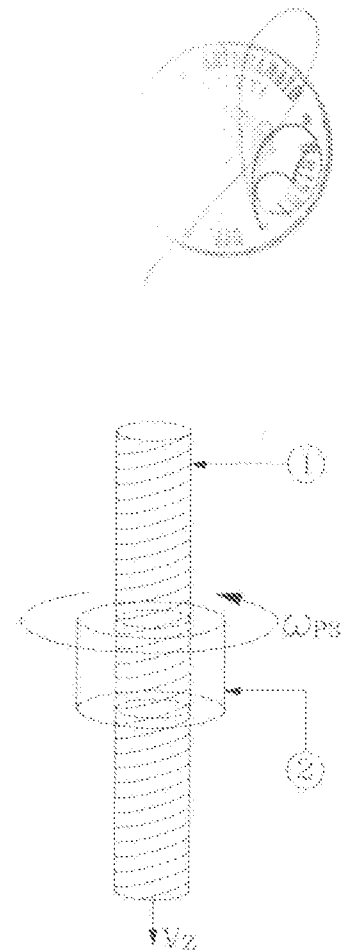


Fig. 6

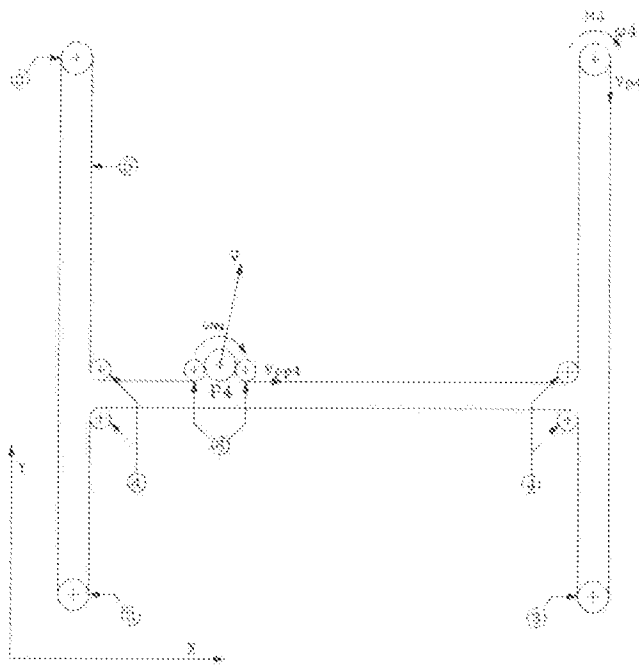


Fig. 7

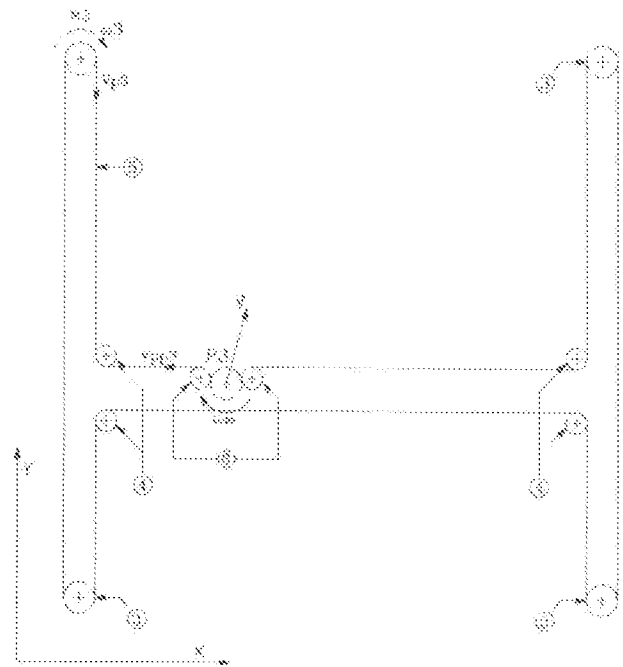


Fig. 9

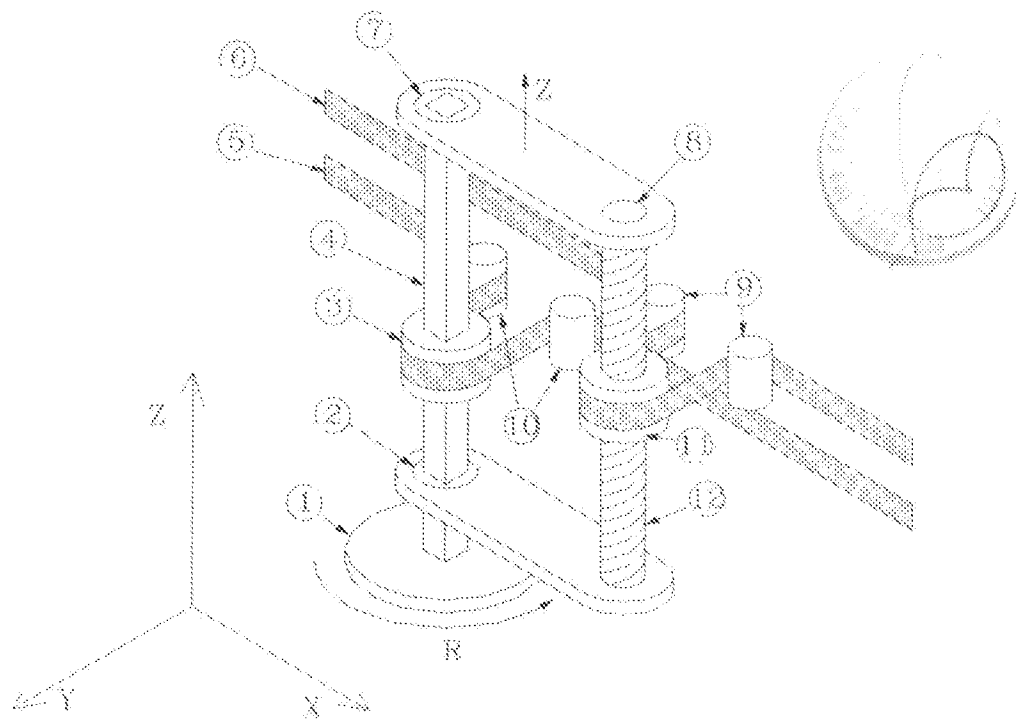


Fig. 8

TAVOLE

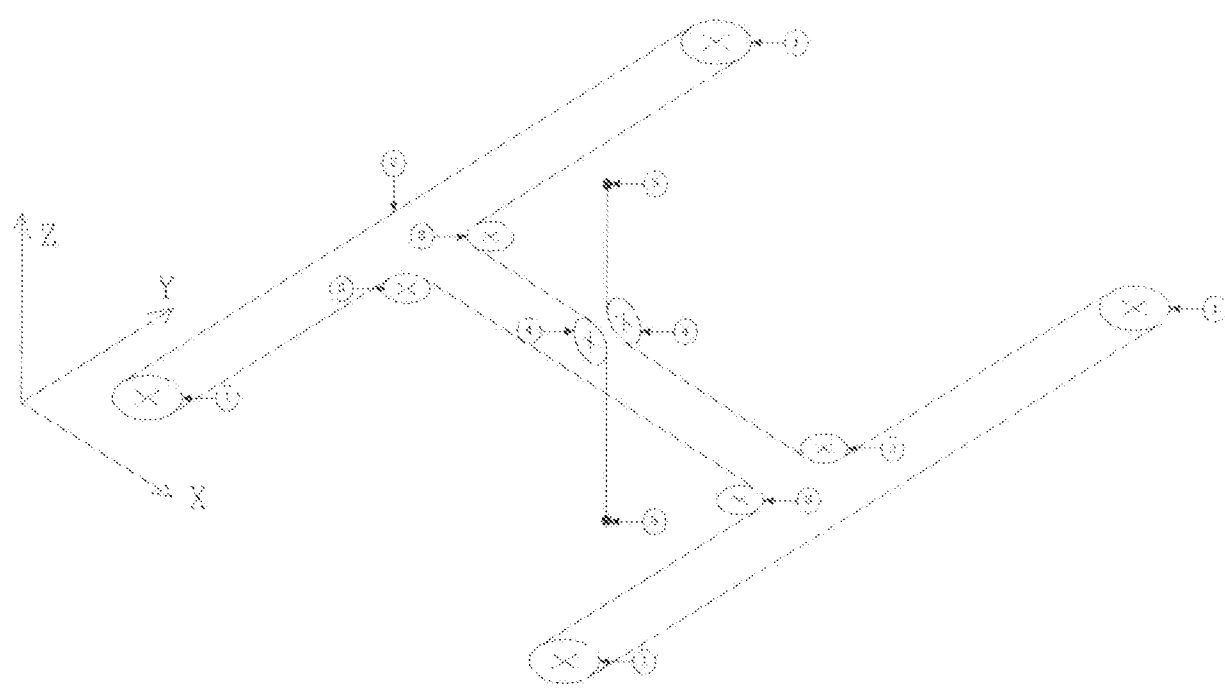


Fig. 10

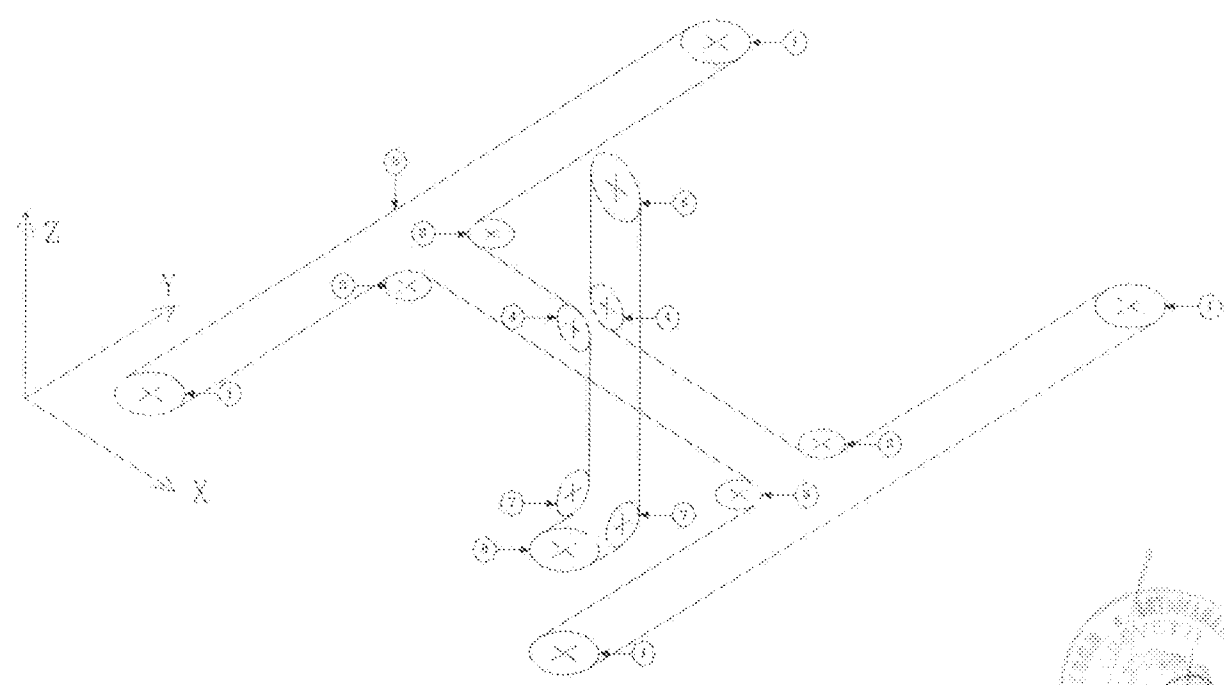
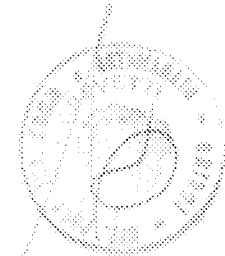


Fig. 11



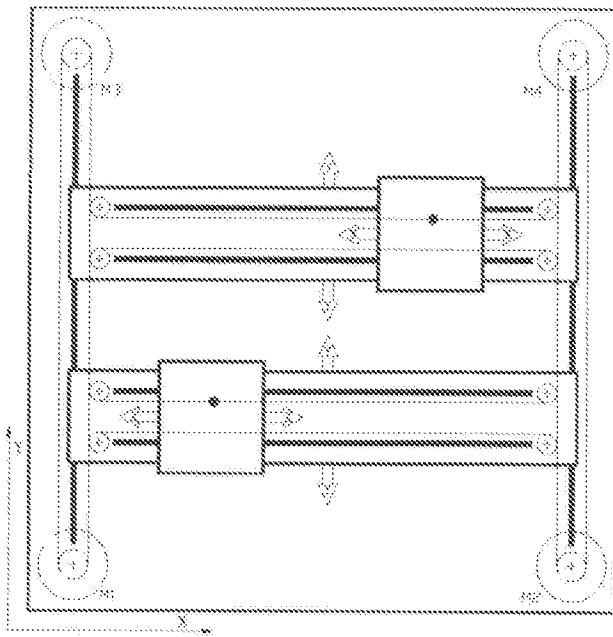


Fig. 12

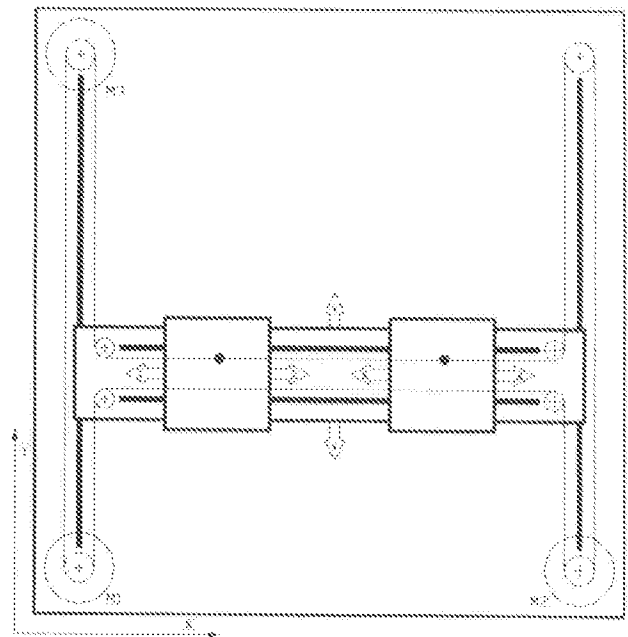
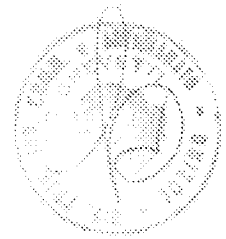


Fig. 13



Alf. Ag.

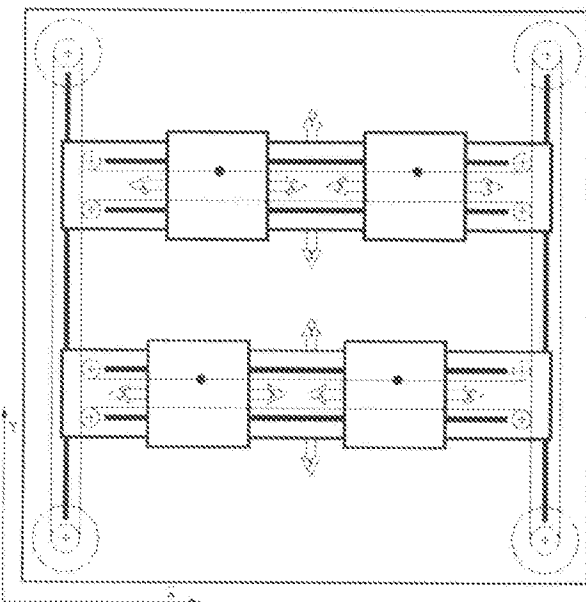


Fig. 14

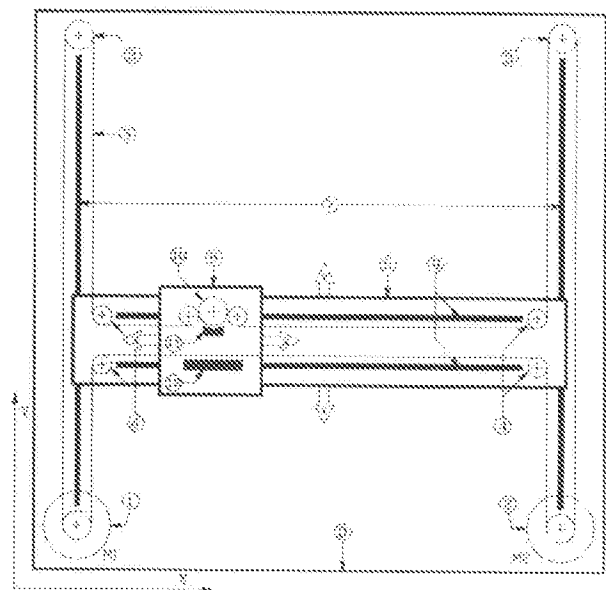


Fig. 15

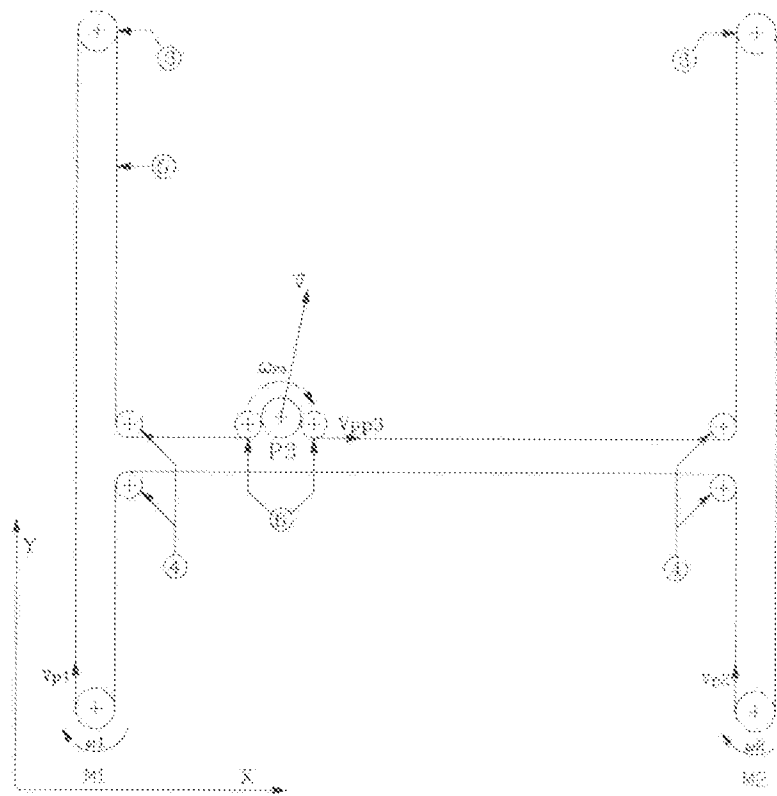
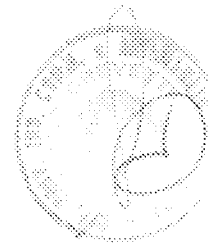


Fig. 16

Alto Lym

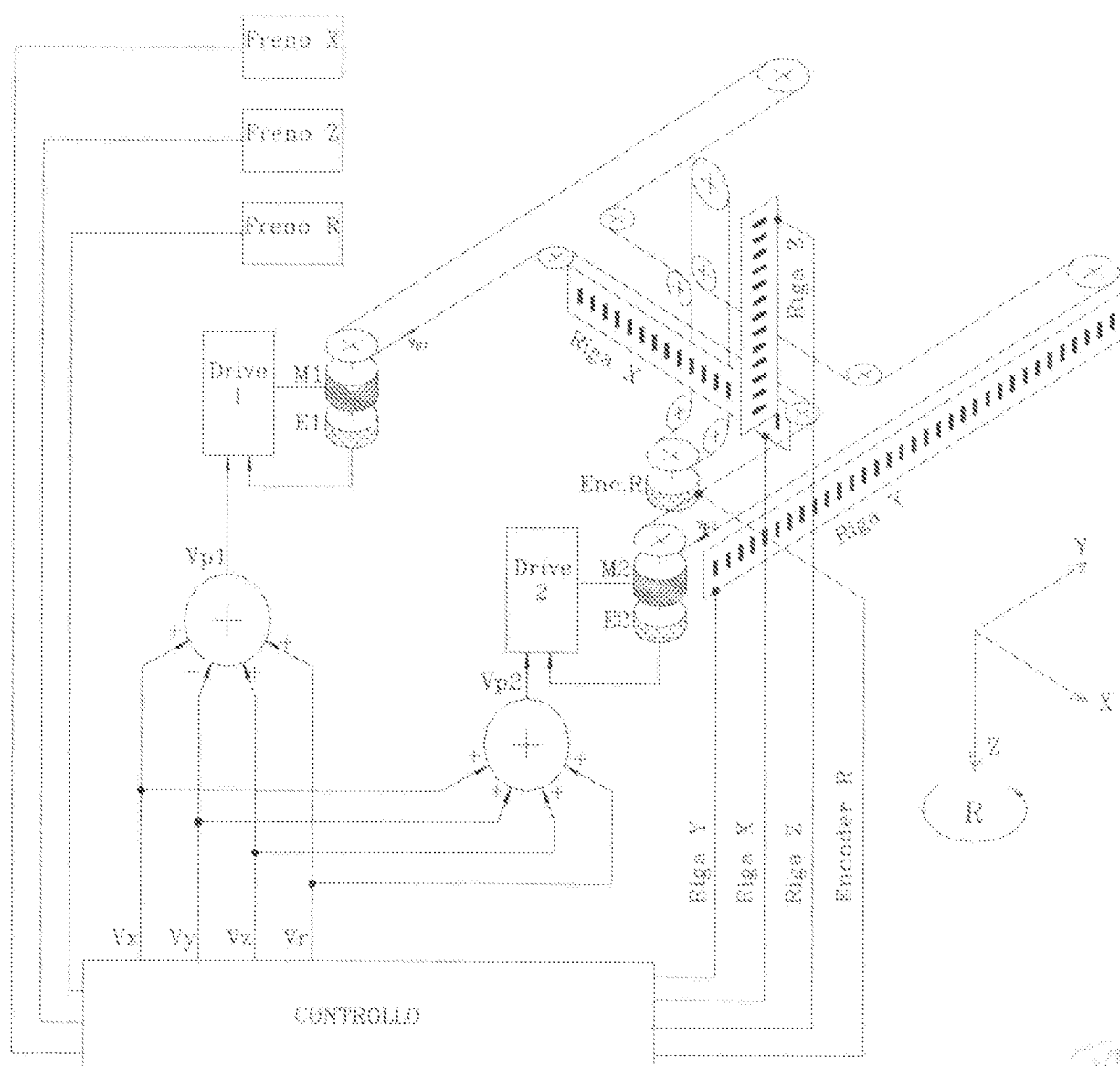


Fig. 17

Freno X	Freno Z	Freno R	Assi liberi	Vp1	Vp2	Velocità azzerate
Disinserito	Inserito	Inserito	Y-X	$V_x - V_y$	$V_x + V_y$	$V_z = V_r = 0$
Inserito	Disinserito	Inserito	Y-Z	$V_z - V_y$	$V_z + V_y$	$V_x = V_r = 0$
Inserito	Inserito	Disinserito	Y-R	$V_r - V_y$	$V_r + V_y$	$V_x = V_z = 0$

Fig. 18