



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900377327
Data Deposito	30/06/1994
Data Pubblicazione	30/12/1995

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	61	D		

Titolo

RODIGGIO PER VEICOLI SU ROTAIA A PIANALE RIBASSATO.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Rodiggio per veicoli su rotaia a pianale ribassato"

di: FIAT FERROVIARIA SPA, nazionalità italiana,
Corso Ferrucci 112 - 10138 Torino

Inventori designati: Enrico VALFRE', Alberto
MAGNINO, Alberto MAGNANI, Paolo GIRAUDO, Roberto
LOVALDI.

Depositata il: 30 GIUGNO 1994.

TO 94A000537

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ai rodiggi per veicoli su rotaia, e più in particolare per veicoli tranviari.

L'attuale tendenza costruttiva dei veicoli tranviari si rivolge verso un pavimento o pianale interamente ribassato, per maggiore comodità di salita e discesa dei passeggeri. Per raggiungere questo obiettivo è praticamente indispensabile adottare carrelli differenti da quelli tradizionali, ad esempio con assili sterzanti in modo indipendente. Gli assili sterzanti risolvono in misura rilevante il problema dell'usura ruota-rotaia nelle curve, in quanto è possibile fare in modo che essi si dispongano radialmente seguendo il raggio di curvatura dell'armamento.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

La sterzata degli assili è realizzata in alcuni casi in modo spontaneo, ma più frequentemente in modo comandato con appositi sistemi meccanici, allo scopo di assicurare la necessaria sicurezza intrinseca e garantire anche che il complesso delle ruote risulti staticamente determinato, e dunque non subisca negativamente l'effetto di eventuali imperfezioni nell'armamento.

L'invenzione si riferisce dunque, più in particolare ad un rodiggio per veicoli su rotaia a pianale ribassato comprendenti almeno due casse aventi ciascuna due assili indipendenti sterzanti, rispettivamente esterno ed interno con riferimento alla disposizione del veicolo, includenti rispettive strutture di assile connesse in modo girevole alla cassa intorno a rispettivi assi centrali verticali e recanti ciascuna una coppia di ruote, una barra di traino che intercollega in modo articolato alle sue estremità le due casse, e mezzi di comando per realizzare la sterzata in curva degli assili delle due casse.

Un rodiggio del tipo sopra definito è noto ad esempio da US-A-5,277,127, secondo il quale l'angolo di sterzata degli assili viene trasmesso da una cassa alla cassa contigua attraverso un'asta longitudinale di sterzo, una leva a squadra

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

articolata centralmente sul ponte dell'assile interno, una biella ed un braccio disposto lateralmente. La sterzata viene trasmessa all'assile esterno attraverso due bracci longitudinali disposti da parti opposte alla mezzeria longitudinale del veicolo ed intercollegati da una barra, oppure attraverso un'asta diagonale, oppure ancora mediante una leva a bilanciere sopportata su un lato della zona centrale della cassa e collegata mediante due tiranti articolati con corrispondenti punti di articolazione dei due assili.

Per quanto riguarda la sterzata degli assili interni delle due casse, i sistemi attualmente noti non sono in grado di assicurare il conseguimento di bassi errori di radialità degli assili in curva, particolarmente nel caso di tram a due casse e dunque con due soli segnali di riferimento a disposizione.

Lo scopo della presente invenzione è quello di realizzare un rodiggio per veicoli su rotaia a pianale ribassato del tipo sopra definito che consenta di unire un'elevata efficienza ad una relativa semplicità, ottenendo il più basso errore di radialità possibile degli assili in curva, particolarmente nel caso di un tram a due casse.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Secondo l'invenzione, questo scopo viene raggiunto con un rodiggio del tipo definito all'inizio, essenzialmente caratterizzato dal fatto che i suddetti mezzi di comando realizzano la sterzata degli assili di ciascuna cassa tramite il movimento angolare relativo fra la barra di traino e le casse, ed in funzione della rotazione fra detta barra di traino e la rispettiva cassa.

Il sistema di sterzata realizzato con la presente invenzione parte da un esame analitico della geometria del rodiggio, ricavando una legge di sterzata in base alla quale la rotazione degli assili interni è comandata -e trasmessa agli assili esterni- in conformità ad una particolare relazione lineare, indipendente dal raggio della curva, che verrà descritta in dettaglio nel seguito. Con semplici valutazioni geometriche il sistema può essere semplificato al punto da ridurlo ad una sola leva che trasmette la rotazione della barra di collegamento fra le casse agli assili interni, ed un semplice inversore di rotazione trasmette poi il medesimo angolo di rotazione agli assili esterni del veicolo.

Lo stesso sistema può essere applicato a veicoli su rotaia a tre casse, eliminando l'inversore per gli assili della cassa centrale ed inviando

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.



3
direttamente il segnale dalla più vicina barra di
traino della cassa centrale, così da ottenere errore
di radialità in ingresso ed uscita di curva assai
contenuti.

Lo stesso sistema può essere applicato a veicoli
tranviari aventi una pluralità di casse intermedie,
in cui soltanto le due casse di estremità presentano
l'inversore di rotazione fra gli assili, mentre gli
assili delle casse intermedie ricevono il comando di
sterzata dalla barra di traino più vicina.

Secondo una realizzazione costruttiva preferita
dell'invenzione, i suddetti mezzi di comando
comprendono due trapezi articolati sostanzialmente
complanari che intercollegano, su lati opposti, la
barra di traino con gli assili interni delle due
casse ed includono ciascuno:

- un primo braccio ad angolo connesso
rigidamente ad un'estremità alla corrispondente
estremità di articolazione della barra di traino
alla relativa cassa,

- un secondo braccio di leva ad angolo avente
lunghezza maggiore di quella del primo braccio e
connesso rigidamente ad un'estremità alla struttura
dell'assile a distanza dal relativo asse centrale di
rotazione verticale,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
S.p.A.

- un'asta obliqua collegata in modo articolato alle estremità libere di detti primo e secondo braccio di leva,

ed in cui i rapporti fra le lunghezze del primo e del secondo braccio sono pari ad un valore prestabilito.

L'invenzione prevede forme di attuazione alternative per i suddetti mezzi di comando, tra cui una soluzione che utilizza un cinematismo a leva volante applicato alle estremità della barra di traino.

Il rodiggio secondo l'invenzione presenta, nei confronti di analoghe realizzazioni note, i seguenti vantaggi:

- ottenimento di una perfetta radialità degli assili in piena curva, indipendentemente dal raggio della curva stessa;

- minimizzazione dell'errore di radialità massimo degli assili nelle fasi di ingresso e di uscita di curva;

- notevole efficienza e semplicità del sistema di sterzata;

- completa bidirezionalità, nel senso che il sistema di sterzata funziona in modo identico in entrambe le direzioni di avanzamento del veicolo.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

L'invenzione verrà ora descritta dettagliatamente con riferimento ai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio non limitativo, nei quali:

- la figura 1 è una vista prospettica parziale e semplificata di un veicolo tranviario a due casse con pianale ribassato provvisto di un rodiggio secondo l'invenzione,

- la figura 2 è una vista in pianta dall'alto semplificata delle figura 2,

- la figura 3 è una vista parziale in elevazione laterale ed in maggiore scale secondo la freccia III della figura 1,

- la figura 4 mostra una schematizzazione geometrica della figura 2,

- la figura 5 è una vista analoga alla figura 4 di una prima variante dell'invenzione,

- la figura 6 mostra in forma di schema geometrico parziale una seconda variante della figura 4,

- la figura 7 è una vista analoga alla figura 4 che mostra un veicolo tranviario provvisto di tre casse, e

- la figura 8 è una vista analoga alla figura 7 di un veicolo tranviario con una pluralità di casse.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

L'esempio illustrato nelle figure 1 a 3 si riferisce ad un veicolo tranviario formato da due casse indicate genericamente con 1, 2 intercollegate da una barra di traino intermedia 3.

Ciascuna cassa 1, 2 presenta un pianale ribassato 4 e due assili indipendenti sterzanti rispettivamente interno 5 ed esterno 6, con riferimento alla disposizione del veicolo. Supponendo che in condizioni di avanzamento del veicolo la cassa 1 sia disposta anteriormente e la cassa 2 sia disposta posteriormente rispetto al senso di marcia, l'assile esterno 6 e l'assile interno 5 della cassa 1 saranno rispettivamente l'assile anteriore e l'assile posteriore, mentre per la cassa 2 l'assile interno 5 e l'assile esterno 6 saranno rispettivamente l'assile anteriore e quello posteriore.

Ciascuno degli assili interni 5 ed esterni 6 comprende in modo convenzionale una struttura di sopporto o ponte dell'assale raffigurato schematicamente con 7 e recante una coppia di ruote coassiali 8.

Ciascuna struttura di sopporto 7 è connessa centralmente in modo girevole alla relativa cassa 1, 2 intorno ad un rispettivo asse verticale, in modo da consentire la sterzata in curva del

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OLIX
s.r.l.



corrispondente assile 5, 6. Nel caso dell'esempio illustrato ciascun asse verticale di rotazione è definito da un rispettivo perno di articolazione 9 portato centralmente da un bilanciere 10 le cui estremità sono collegate alla struttura di assile 7 tramite una coppia di bracci longitudinali 11. Questa disposizione è tuttavia da considerare puramente esemplificativa.

La barra di traino 3 è collegata alle estremità affacciate delle due casse 1, 2 intorno ai rispettivi snodi centrali 12, 13.

Per la sterzata degli assili 5, 6 l'invenzione prevede un sistema di comando meccanico il quale, da una parte, garantisce che il complesso delle ruote 8 risulti staticamente determinato, garantendo così la sicurezza intrinseca contro effetti negativi derivanti da eventuali imperfezioni nell'armamento, e dall'altra consente di ottenere una perfetta radialità degli assili in piena curva, indipendentemente dal raggio della curva stessa. Questo sistema di sterzata è stato concepito partendo da un esame analitico della geometria del rodiggio, per la cui spiegazione conviene riferirsi alla figura 4, che mostra appunto lo schema geometrico semplificato del veicolo rappresentato nelle figure 1 a 3.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Nello schema geometrico della figura 4 sono utilizzati i seguenti riferimenti:

A = traccia dell'asse verticale di rotazione 9 dell'assile esterno 6 relativamente alla cassa 1.

B = traccia dell'asse di rotazione 9 dell'assile interno 5 relativamente alla cassa 1.

C = traccia dell'articolazione 12 fra la barra di traino 3 e la cassa 1.

D = traccia dell'articolazione 13 fra la barra di traino 3 e la cassa 2.

E = traccia dell'asse verticale di rotazione 9 dell'assile interno 5 relativamente alla cassa 2.

F = traccia dell'asse verticale di rotazione 9 dell'assile esterno 6 relativamente alla cassa 2.

Nello stesso schema sono inoltre indicate le seguenti grandezze dimensionali:

a = distanza fra gli assi verticali di rotazione A, B degli assili 5, 6 della cassa 1 e degli assi verticali di rotazione E, F degli assili 5, 6 della cassa 2.

b = distanza fra l'articolazione C della barra di traino 3 e l'asse verticale di rotazione B dell'assile interno 5 della cassa 1, e distanza fra l'articolazione D della barra di traino 3 e l'asse verticale di rotazione E dell'assile interno 5 della cassa 2.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

$\underline{c}$ = lunghezza della barra di traino 3.

$\underline{d} = \underline{b} + \underline{c} + \underline{b}$.

Le lunghezze $\underline{a}$ e $\underline{b}$ sono uguali per entrambe le casse 1, 2.

Inoltre nello schema geometrico della figura 4 sono indicati i seguenti angoli:

δ_A, δ_F = angoli di sterzata degli assili esterni 6 delle due casse 1, 2, rispettivamente, misurati con riferimento agli assi longitudinali di queste.

δ_B, δ_E = angoli di sterzata degli assili interni 5 delle due casse 1, 2, rispettivamente, misurati con riferimento agli assi longitudinali di queste.

σ_1, σ_2 = angoli relativi fra la barra di traino 3 e le due casse 1, 2, rispettivamente, con riferimento agli assi longitudinali di queste.

Dallo studio analitico delle leggi teoriche degli angoli $\delta_A, \delta_B, \delta_E, \delta_F$ di sterzata degli assili 5, 6 in funzione dell'avanzamento in curva del veicolo, l'angolo di sterzata costante da mantenere in piena curva, cioè quando

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$$

è definito dalla seguente espressione

$$\delta_A = -\delta_B = \delta_E = -\delta_F = \arcsen(a/2R) \cong a/2R$$

dove R rappresenta il raggio della curva.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

L'angolo σ vale:

$$\sigma = \arcsen (a/2R) + \arcsen (d/2R) \cong (a+d)/2R$$

Si ha allora che indipendentemente dal raggio della curva R:

$$\delta A \cong [a/(a+d)] \sigma$$

(condizione di radialità in piena curva)

In vista di tale relazione, l'idea alla base dell'invenzione consiste nel realizzare la sterzata degli assili interni 5 di ciascuna cassa 1, 2 tramite il movimento angolare relativo fra la barra di traino 3 e le casse 1, 2, e più in particolare nell'imporre a tali assili interni 5 una rotazione proporzionale alla corrispondente rotazione fra la barra di traino 3 e le rispettive casse 1, 2, e quindi trasmettere una rotazione uguale ed opposta agli assili esterni 6 delle due casse.

L'angolo di sterzata degli assili viene quindi espresso in funzione dell'angolo di rotazione della barra di traino 3 dalle seguenti rotazioni lineari:

$$\delta_A = - \delta_B = M\sigma_1 = [a/(a+d)] \sigma_1$$

$$\delta_E = - \delta_F = M\sigma_2 = [a/(a+d)] \sigma_2$$

Fissate le caratteristiche geometriche a e d , la legge precedente soddisfa la radialità in piena curva degli assili 5, 6 indipendentemente dal raggio R della curva.

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.



Occorre a questo punto prevedere il modo di minimizzare l'errore massimo di radialità degli assili 5, 6 durante le fasi di ingresso e di uscita rispetto alla curva. Fissate le grandezze a e d (ovvero la distanza fra l'assile interno 5 e l'assile esterno 6 di ciascuna cassa 1, 2 e la distanza fra gli assili interni 5 delle due casse 5), sussiste ancora una grandezza geometrica su cui agire per minimizzare tale errore massimo sui quattro assili: la grandezza b , ovvero la distanza fra le estremità di articolazione C, D della barra di traino 3 e l'asse verticale di rotazione B, E dell'assile interno 5 di ciascuna cassa 1, 2.

Con una simulazione numerica dell'ingresso in una curva di raggio $R = 15$ mt, fissati a e d , si è trovato uno ed un solo valore di b che minimizza l'errore massimo su tutti e quattro gli assili 5, 6. Si è riscontrato che il valore minimo raggiungibile è solo funzione di a e d . Diminuendo uno o entrambi tali valori, si può corrispondentemente diminuire l'errore.

Per realizzare la sterzata degli assili interni 5 conformemente alla suddetta legge

$$\delta_A = - \delta_B = M\sigma_1 = [a/(a+d)] \sigma_1$$

$$\delta_E = - \delta_F = M\sigma_2 = [a/(a+d)] \sigma_2$$

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

ovvero con un comando proporzionale alla rotazione fra la barra di traino 3 e ciascuna cassa 1, 2, l'invenzione prevede nel caso della forma di attuazione rappresentata nelle figure 1 a 4 due semplici cinematismi a trapezio articolato indicati con 14, 15 rispettivamente per la cassa 1 e per la cassa 2.

I due trapezi articolati 14, 15 sono fra loro sostanzialmente complanari e sono situati, nel caso dell'esempio illustrato, da parti opposte rispetto alla mezzeria longitudinale del veicolo. E' tuttavia contemplata anche una disposizione (non illustrata) secondo la quale i due trapezi sono situati dalla stessa parte rispetto alla mezzeria longitudinale del veicolo.

Con specifico riferimento alla schematizzazione geometrica rappresentata nella figura 4, il trapezio articolato 14 associato alla cassa 1 comprende un primo braccio di leva ad angolo 16 connesso rigidamente all'estremità di articolazione C della barra di traino 3 ed un secondo braccio di leva ad angolo 17 connesso rigidamente all'assile interno 5 della cassa 1, a distanza dal relativo asse centrale di rotazione verticale B, ed avente una lunghezza maggiore di quella del primo braccio 16.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

I due bracci di leva 16, 17, che nella condizione di marcia rettilinea del veicolo rappresentata nei disegni sono fra loro paralleli, sono collegati in modo articolato alle rispettive estremità libere G, H ad un'asta obliqua 18.

Il rapporto fra la lunghezza del braccio di leva 16 (CG) e la lunghezza del braccio di leva 17 (BH) è tale per cui

$$CG/BH = M = a/a+d$$

Nella condizione di marcia rettilinea raffigurata nei disegni, l'asta obliqua 18 è disposta ortogonalmente ai due bracci di leva 16, 17: ciò consente di garantire un comportamento cinematico molto vicino a quello lineare, minimizzando gli errori di non linearità dovuti alle diverse lunghezze dei bracci di leva 16, 17.

La conformazione del trapezio articolato 15 associato alla cassa 2 è del tutto identica a quella del trapezio articolato 14, tranne per il fatto di essere disposto dalla parte opposta rispetto all'asse longitudinale del veicolo. Tale trapezio articolato 15 comprende dunque anch'esso un primo braccio di leva 16 rigido con l'estremità di articolazione D della barra di traino 3 alla cassa 2, un secondo braccio di leva 17 connesso rigidamente all'assile interno 5 della cassa 2 a

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OLIX
s.r.l.

distanza dal relativo asse centrale di rotazione verticale E, ed un'asta obliqua 18 collegata in modo articolato in I ed L, rispettivamente, alle estremità libere dei bracci di leva ad angolo 16 e 17.

Anche in questo caso il rapporto fra la lunghezza del braccio 16 (DI) e la lunghezza del braccio 17 (EL) è tale per cui:

$$DI/EL = M = a/a+d$$

In realtà, in accordo con la conformazione strutturale rappresentata nelle figure 1 a 3, i secondi bracci di leva ad angolo 17 non sono fisicamente presenti, in quanto le articolazioni H ed L delle aste oblique 18 dei due trapezi articolati 14, 15 sono direttamente portate dalle estremità, fra loro opposte, delle strutture di supporto 7 degli assili interni 5 rispettivamente della cassa 1 e della cassa 2. Pertanto, i secondi bracci di leva 17, materialmente raffigurati nello schema geometrico della figura 4, corrispondono semplicemente alla distanza fra le articolazioni H, L e gli assi centrali di rotazione verticale B, E dei due assili interni 5.

Per la sterzata degli assili esterni 6 delle due casse 1, 2, che come detto sarà di entità uguale e contraria a quella degli assili interni 5, sono

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



previste due barre oblique 19 che intercollegano, per ciascuna cassa 1, 2, zone delle strutture di sopporto 7 dell'assile interno 5 e dell'assile esterno 6 situate da parti opposte rispetto all'asse longitudinale del veicolo. Come è rappresentato nella conformazione strutturale delle figure 1 a 3, ciascuna barra 19 è articolata rispettivamente ad un'estremità 20 ed all'estremità opposta 21 dei rispettivi bilancieri 10 associati ai due assili 5, 6.

Nel funzionamento, i due trapezi articolati 14, 15 e le due barre oblique 19 comandano e trasmettono la sterzata in curva degli assili 5, 6 delle due casse 1, 2 in modo proporzionale alla rotazione fra la barra di traino 3 e tali casse 1, 2 conformemente alla relazione lineare sopra specificata, la quale consente di ottenere la perfetta radialità degli assili 5, 6 in piena curva indipendentemente dal raggio della curva stessa, minimizzando l'errore di radialità massimo degli assili nelle fasi di ingresso ed uscita di curva.

In effetti la suddetta relazione lineare

$$\delta_A = - \delta_B = M\sigma_1 = [a/(a+d)] \sigma_1$$

$$\delta_E = - \delta_F = M\sigma_2 = [a/(a+d)] \sigma_2$$

Costituisce un caso particolare della seguente legge più generale:

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

$$\delta_A = - \delta_B = M\sigma_1 + N\sigma_2$$

$$\delta_E = - \delta_F = M\sigma_2 + N\sigma_1$$

In cui la distanza h è scelta a piacere e vale comunque la relazione:

$$M + N = a/a+d$$

Si tratta dunque di determinare l'una o l'altra delle due variabili M , N attraverso un normale procedimento di ottimizzazione degli errori di radialità risultanti.

La forma di attuazione descritta in precedenza, che utilizza semplicemente i due trapezi articolati 14, 15, realizza la condizione particolare in cui la lunghezza h è ottimizzata in modo tale da annullare il coefficiente N .

Tuttavia, con valori della lunghezza h diversi, cioè tali da non annullare il coefficiente N , l'invenzione prevede la possibilità di realizzare uno schema cinematico quale quello rappresentato nella figura 5, oppure ricorrere ad un meccanismo della cosiddetta "leva volante" schematizzato nella figura 6.

La realizzazione secondo la figura 5, in cui parti identiche o simili a quelle descritte con riferimento alla figura 4 sono indicate con gli stessi riferimenti numerici, differisce per il fatto

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

che ciascuno dei trapezi articolati 14, 15 comprende inoltre una seconda asta obliqua 22 che collega in modo articolato l'articolazione G, o rispettivamente I fra il primo braccio 16 e l'asta obliqua 18 del relativo trapezio articolato 14, 15, con un terzo braccio ad angolo 23. Il terzo braccio 23 associato al trapezio articolato 14 della cassa 1 è connesso all'altra cassa 2 dietro all'estremità di articolazione D della barra di traino 3 alla cassa 2, mentre il terzo braccio 23 associato al trapezio articolato 15 della cassa 2 è connesso alla cassa 1 davanti alla corrispondente articolazione C della barra di traino 3 alla cassa 1.

Il meccanismo a "leva volante" è raffigurato puramente in forma di schema geometrico nella figura 6, nella quale è solo indicata la barra di traino 3 con le sue estremità di articolazione C e D alle casse 1 e 2 del veicolo.

Tale meccanismo comprende una prima leva 24 ed una seconda leva 25 articolate la prima all'estremità di articolazione C della barra di traino 3 alla cassa 1 e la seconda all'estremità di articolazione D della barra di traino 3 alla cassa 2, e disposte da parte opposte a tale barra di traino 3. Le leve 24 e 25 sono quindi liberamente girevoli e sono collegate agli assili interni 5

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

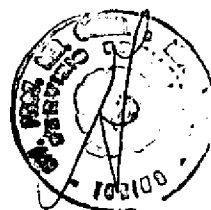
delle relative casse 1, 2 tramite rispettivi bracci a squadra rigidi 26, 27, a loro volta connessi in modo non illustrato agli assili interni 5 delle due casse.

Con 28 è indicata una leva volante orientata generalmente trasversalmente alla barra di traino 3, la quale è articolata ad un'estremità 29 ad una biella 30 a sua volta articolata all'estremità 31 della leva 25. Una seconda biella 32 collega in modo articolato l'estremità 33 della leva 24 con una zona 35 della leva volante 28 distanziata dalla sua opposta estremità 36. Una terza leva 37, pure articolata in corrispondenza dell'estremità di articolazione C della barra di traino 3 alla cassa 1, è collegata in modo articolato alla sua estremità 38 con l'estremità 36 della leva volante 28 attraverso una terza biella 39.

Nella figura 6 con a, b, c e d sono indicate rispettivamente le lunghezze della prima leva 24, della seconda leva 25, della terza leva 37 e della leva volante 28.

Nel funzionamento, gli spostamenti dei punti 28 e 35 dovuti alle rotazioni α e β delle leve 24 e 25 provocano una rotazione della leva volante 38. Poichè come detto questa è pure collegata tramite la biella 39 con la terza leva 37, l'effetto finale è

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



quindi una rotazione γ di tale leva 37 rispetto alla barra di traino 3.

Definite le grandezze a , b , c , d , corrispondenti come detto alle lunghezze dei vari elementi del cinematismo, si ricavano in base a studi geometrici le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned}\gamma &= \gamma_\alpha + \gamma_\beta \\ \gamma_\alpha &= [a(b+c)/c(a+b)] \quad \alpha = A\alpha \\ \gamma_\beta &= [b(c-a)/c(a+b)] \quad \beta = B\beta\end{aligned}$$

Tali relazioni valgono se la leva volante 28 è dimensionata in modo tale che la sua lunghezza è pari alla somma delle lunghezze della terza leva 37 e della seconda leva 25, ovvero

$$d = c + b$$

per cui risulta

$$A + B = 1$$

Si può ottenere una legge di carattere più generale variando la lunghezza d della leva volante 28.

Ritornando ora alla precedente legge generale di sterzata degli assili in funzione della rotazione della barra di traino 3

$$\begin{aligned}\delta_A &= -\delta_B = M\sigma_1 + N\sigma_2 \\ \delta_E &= -\delta_F = M\sigma_2 + N\sigma_1\end{aligned}$$

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Si deve rilevare che in accordo con tale legge gli angoli di sterzata δ degli assili erano riferiti agli assi longitudinali delle casse 1 e 2.

Nel caso del cinematismo a leva volante la stessa legge viene verificata riferendo la sterzata degli assili non più rispetto alle casse, ma rispetto alla barra di traino 3. Ad esempio, nel caso della cassa 1, poichè la rotazione relativa fra tale cassa e la barra di traino 3 è σ_1 , si ha:

$$\delta'_A = \sigma_1 - \delta_A = (1-M) \sigma_1 - N\sigma_2$$

dove δ'_A è appunto l'angolo di sterzata riferito alla barra di traino 3.

E' sufficiente dimensionare le lunghezze a , b , c , d in modo da ottenere

$$\gamma = \delta'$$

Il cinematismo a leva volante rappresentato nella figura 6 può essere semplificato, con effetti funzionali equivalenti, sopprimendo la prima biella 32 e la seconda biella 39, ed in tal caso la leva volante 28 sarà articolata in 35 e 36 direttamente alla prima leva 34 ed alla terza leva 37, rispettivamente.

Con un'ulteriore semplificazione, corrispondente al caso in cui il coefficiente $N = 0$, è possibile sopprimere anche la seconda biella 30, per cui

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

l'estremità 29 della leva volante 28 sarà direttamente articolata alla seconda leva 25.

L'invenzione è applicabile non soltanto a veicoli tranviari a due casse, ma anche a veicoli con tre o più casse.

La figura 7 mostra la forma di realizzazione della figura 4 applicata ad un veicolo tranviario a tre casse, cioè con una cassa intermedia 2a interposta fra le casse 1 e 2, ed avente anch'essa una coppia di assili indipendenti sterzanti 5a, 5b. La cassa intermedia 2a è collegata da una parte alla cassa 1 tramite una barra di traino 3a, e dall'altra alla cassa 2 tramite una barra di traino 3b, identiche alla barra di traino 3 descritta in precedenza.

Alla barra di traino 3a sono operativamente associati un trapezio articolato 14 situato dalla parte della cassa 1, ed un trapezio articolato 15a situato dalla parte della cassa intermedia 2a. Analogamente, alla barra di traino 3b sono operativamente associati un trapezio articolato 14a disposto dalla parte della cassa intermedia 2a, ed un trapezio articolato 15 situato dalla parte della cassa 2.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

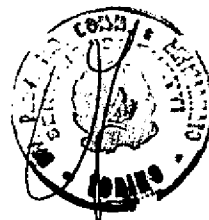
I trapezi articolati 14, 15a, 14a, 15 sono del tutto analoghi a quelli descritti in precedenza con riferimento ai trapezi articolati 14 e 15.

Gli assili 5 e 6 delle casse 1, 2 sono intercollegati mediante le barre di inversione 19, mentre tale barra è assente nella cassa 2a.

Con questa disposizione anche la sterzata di ciascuno degli assili 5a, 5b della cassa intermedia 2a viene comandata tramite il movimento angolare della barra di traino 3a, 3b più vicina, ed in funzione della rotazione di questa, ottenendo errori di radialità in ingresso ed in uscita di curva assai contenuti.

Un'analogha disposizione è applicabile al caso di un veicolo comprendente, fra le casse 1 e 2, una pluralità di casse intermedie 2a...2n con rispettive coppie di assili indipendenti sterzanti 5a, 5b e collegati alle casse adiacenti tramite rispettive barre di traino 3a...3n. In tal caso ciascuna cassa intermedia 2a...2n è dotata di rispettivi trapezi articolati 15a, 14a...15n...14n, mentre le barre di inversione 19 sono anche in questo caso applicate soltanto alle casse di estremità 1 e 2. In pratica quindi tutti gli assili 5a, 5b delle casse intermedie 2a...2n ricevono il comando di sterzata dalla barra di collegamento 3a...3n più vicina.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



Ovviamente la posizione del sistema di comando descritto con riferimento alla figura 5 nonché quello a leva volante della figura 6 possono essere applicati anche al caso di veicoli tranviari a tre o più casse.

Occorre infine rilevare che in ogni caso occorrerà evitare influenze negative ed inquinamenti del segnale di sterzata degli assili derivanti da movimenti della cassa relativamente agli assili nel piano orizzontale, derivanti dai cedimenti della sospensione laterale del veicolo. A tale effetto la sospensione laterale sarà normalmente interposta fra la struttura della cassa ed il pianale ribassato 4.

Naturalmente i particolari di costruzione e le forme di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'invenzione così come definita nelle rivendicazioni che seguono.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Rodiggio per veicoli su rotaia a pianale ribassato (4) comprendenti almeno due casse (1, 2) aventi ciascuna due assili indipendenti sterzanti, rispettivamente esterno (6) ed interno (5) con riferimento alla disposizione del veicolo, includenti rispettive strutture di assile (7) connesse in modo girevole alla cassa (1, 2) intorno a rispettivi assi centrali verticali (9; A, B, E, F) e recanti ciascuna una coppia di ruote (8), una barra di traino (3) che intercollega in modo articolato alle sue estremità (12, 13; C, D) le due casse (1, 2), e mezzi di comando (14, 15; 24-39; 19) per realizzare la sterzata in curva degli assili i (5, 6) delle due casse (1, 2), caratterizzato dal fatto che detti mezzi di comando (14, 15; 24-39) realizzano la sterzata degli assili (5) di ciascuna cassa (1, 2) tramite il movimento angolare relativo fra la barra di traino (3) e le casse, ed in funzione della rotazione fra detta barra di traino (3) e la rispettiva cassa (1, 2).

2. Rodiggio secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la rotazione degli assili interni (5) è comandata, e trasmessa agli assili esterni (6), in conformità alla seguente relazione lineare:

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

$$\delta_A = - \delta_B = M\sigma_1 + N\sigma_2$$

$$\delta_E = - \delta_F = M\sigma_2 + N\sigma_1$$

ove

$$M + N = a/a+d$$

in cui:

δ_B, δ_E : angoli di sterzata degli assili interni (5) delle due casse (1, 2) rispetto ad esse,

δ_A, δ_F : angoli di sterzata degli assili esterni (6) delle due casse (1, 2) rispetto ad esse,

σ_1, σ_2 : angoli relativi fra la barra di traino (3) e le due casse (1, 2),

a = distanza fra gli assi centrali di rotazione (A-B; E-F) degli assili interno (5) ed esterno (6) di ciascuna cassa (1, 2),

d : somma della lunghezza (c) della barra di traino (3) e delle distanze (b) fra ciascuna estremità di articolazione (C, D) della barra di traino (3) e l'asse centrale di rotazione (B, E) dell'assile interno (5) della rispettiva cassa (1, 2).

3. Rodiggio secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la distanza (b) fra ciascuna estremità di articolazione (C, D) della barra di traino (3) e l'asse centrale di rotazione (B), (E) dell'assile interno (5) della rispettiva cassa (1, 2) è scelta ed ottimizzata in modo tale

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

per cui $N = 0$, e detta relazione lineare è approssimata come segue:

$$\delta_A = -\delta_B = M\sigma_1 = (a/a+d) \sigma_1$$

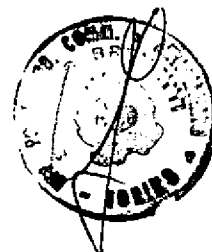
$$\delta_E = -\delta_F = M\sigma_2 = (a/a+d) \sigma_2$$

per cui gli assili (5, 6) di ciascuna cassa (1, 2) sono comandati unicamente da un comando proporzionale alla rotazione fra la cassa e la barra di traino (3).

4. Rodiggio secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che i mezzi di comando comprendono due trapezi articolati (14, 15) sostanzialmente complanari che intercollegano la barra di traino (3) con gli assili interni (5) delle due casse (1, 2) ed includono ciascuno:

- un primo braccio di leva ad angolo (16) connesso rigidamente ad un'estremità alla corrispondente estremità di articolazione (C, D) della barra di traino (3) alla relativa cassa (1, 2),
- un secondo braccio di leva ad angolo (17) avente lunghezza maggiore di quella del primo braccio (16) e portato dalla struttura di supporto (7) dell'assile (5) a distanza dal relativo asse centrale di rotazione verticale (B, E),
- un'asta obliqua (18) collegata in modo articolato a detti primo e secondo braccio di leva (16, 17),

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



in cui i rapporti fra le lunghezze del primo (16) e del secondo braccio (17) è pari a M.

5. Rodiggio secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che, nella condizione non sterzata degli assili (5, 6), detti primo e secondo braccio di leva ad angolo (16, 17) sono fra loro paralleli ed orientati ortogonalmente all'asta obliqua (18).

6. Rodiggio secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che i mezzi di comando comprendono due trapezi articolati (14, 15) sostanzialmente complanari che intercollegano la barra di traino (3) con gli assili interni (5) delle due casse (1, 2) ed includono ciascuno:

- un primo braccio di leva ad angolo (16) connesso rigidamente ad un'estremità alla corrispondente estremità di articolazione (C, D) della barra di traino (3) alla relativa cassa (1, 2),
- un secondo braccio di leva ad angolo (17) avente lunghezza maggiore di quella del primo braccio (16) e portato dalla struttura di supporto (7) dell'assile (5) a distanza dal relativo asse centrale di rotazione verticale (B, E),
- un'asta obliqua (18) collegata in modo articolato a detti primo e secondo braccio di leva (16, 17),

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

in cui i rapporti fra le lunghezze del primo (16) e del secondo braccio (17) è pari a M,

- una coppia di seconde aste oblique (22) che intercollegano ciascuna in modo articolato l'estremità libera del primo braccio di leva (16) del trapezio articolato (14, 15) associato ad una cassa (1, 2) con un terzo braccio ad angolo (23) connesso all'altra cassa (2, 1) in prossimità della corrispondente estremità di articolazione (D, C) della barra di traino (3).

7. Rodiggio secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che i mezzi di comando comprendono un cinematismo a leva volante applicato alle estremità della barra di traino (3) ed includente:

- una prima ed una seconda leva (24, 25) articolate ciascuna in corrispondenza di una rispettiva estremità di articolazione (C, D) della barra di traino (3) alle relative casse (1, 2), dette prima e seconda leva (24, 25) essendo disposte da parti opposte a detta barra di traino (3) e collegate agli assili interni (5) delle relative casse (1, 2) tramite rispettivi bracci rigidi a squadra (26, 27),
- una leva volante (28) orientata generalmente trasversalmente alla barra di traino (3),

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

- una prima ed una seconda biella (32, 30) che collegano in modo articolato la prima e rispettivamente la seconda leva (24, 25) con la leva volante (28) rispettivamente ad un'estremità (29) e ad una zona (35) distanziata dall'altra estremità (36) di questa,

- una terza leva (37) articolata in corrispondenza di una delle estremità di articolazione (C) della barra di traino (3) ad una delle casse,

- una terza biella (39) che collega in modo articolato detta terza leva (37) con l'altra estremità (36) della leva volante (28).

8. Rodiggio secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che la leva volante (28) presenta una lunghezza (d) pari alla somma delle lunghezze (b+c) di dette seconda e terza leva (25, 24).

9. Rodiggio secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che la prima biella (32) e la terza biella (39) sono soppresse, per cui detta leva volante (28) è direttamente articolata a dette prima e terza leva (24, 37).

10. Rodiggio secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che anche la seconda biella (30) è soppressa, per cui detta leva volante (28) è direttamente articolata alla seconda leva (25).

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

11. Rodiggio secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto i mezzi di comando comprendono mezzi di trasmissione (19) per trasmettere la sterzata inversa dagli assili interni (5) agli assili esterni (6) delle due casse (1, 2), detti mezzi di trasmissione comprendendo un'asta di inversione obliqua (19) che collega in modo articolato gli assili esterno ed interno (5, 6) di ciascuna cassa (1, 2).

12. Rodiggio secondo la rivendicazione 11, in cui il veicolo comprende una terza cassa (2a) interposta fra dette due casse (1, 2), avente una coppia di assili indipendenti sterzanti (5a, 5b) e collegata a dette due casse (1, 2) tramite una coppia di barre di traino (3a, 3b), caratterizzato dal fatto che detti mezzi di comando (14, 14a, 15, 15a) sono associati ad entrambe le barre di traino (3a, 3b) e detti mezzi di trasmissione (19) sono associati soltanto a dette due casse (1, 2).

13. Rodiggio secondo la rivendicazione 11, in cui il veicolo comprende una pluralità di casse (2a...2n) interposte fra dette due casse (1, 2), aventi ciascuna una coppia di assili indipendenti sterzanti (5a, 5b) e ciascuna delle quali è collegata alle casse contigue tramite rispettive barre di traino (3a...3n), caratterizzato dal fatto

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.



che detti mezzi di comando (14, 14a...14n, 15, 15a...15n) sono associati a ciascuna barra di traino (3a...3n) e detti mezzi di trasmissione (19) sono associati soltanto a dette due casse (1, 2).

14. Rodiggio sostanzialmente come descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.

Ing. Franco BUZZI
N. 259
(in proprio e per gli altri)

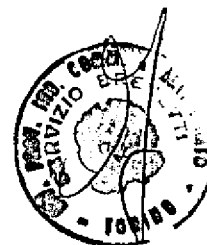
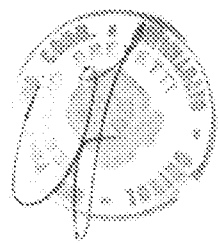
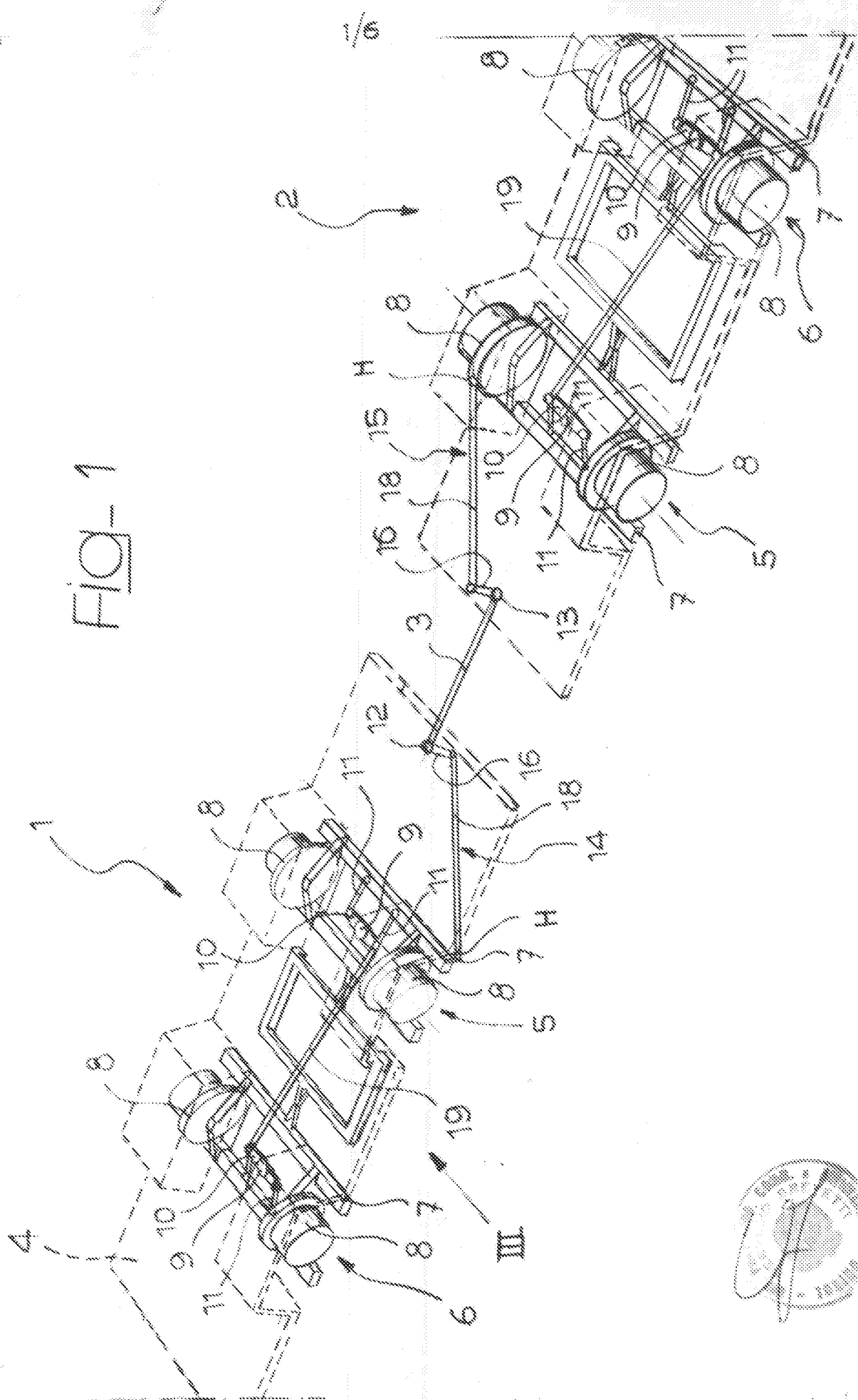
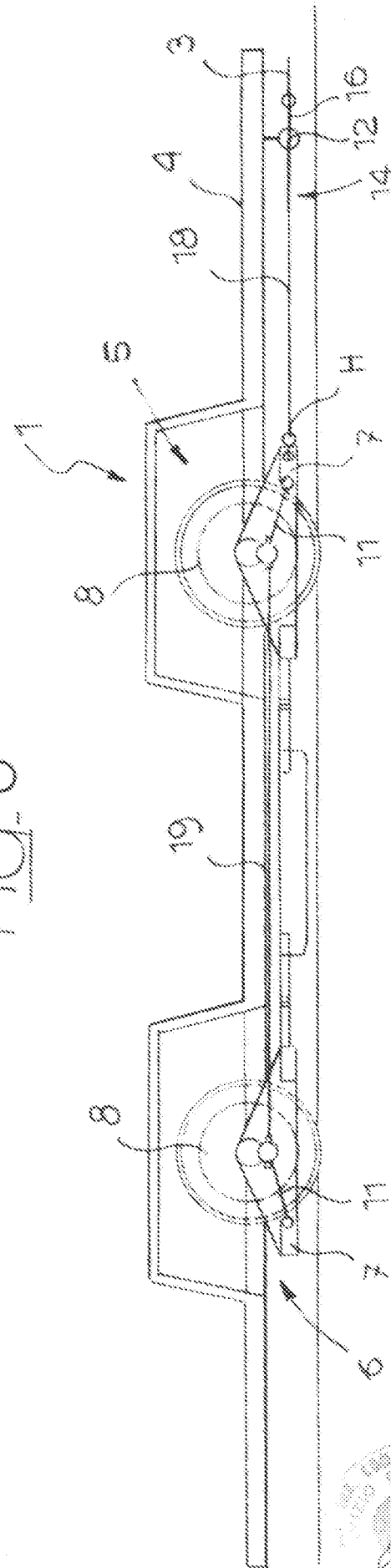
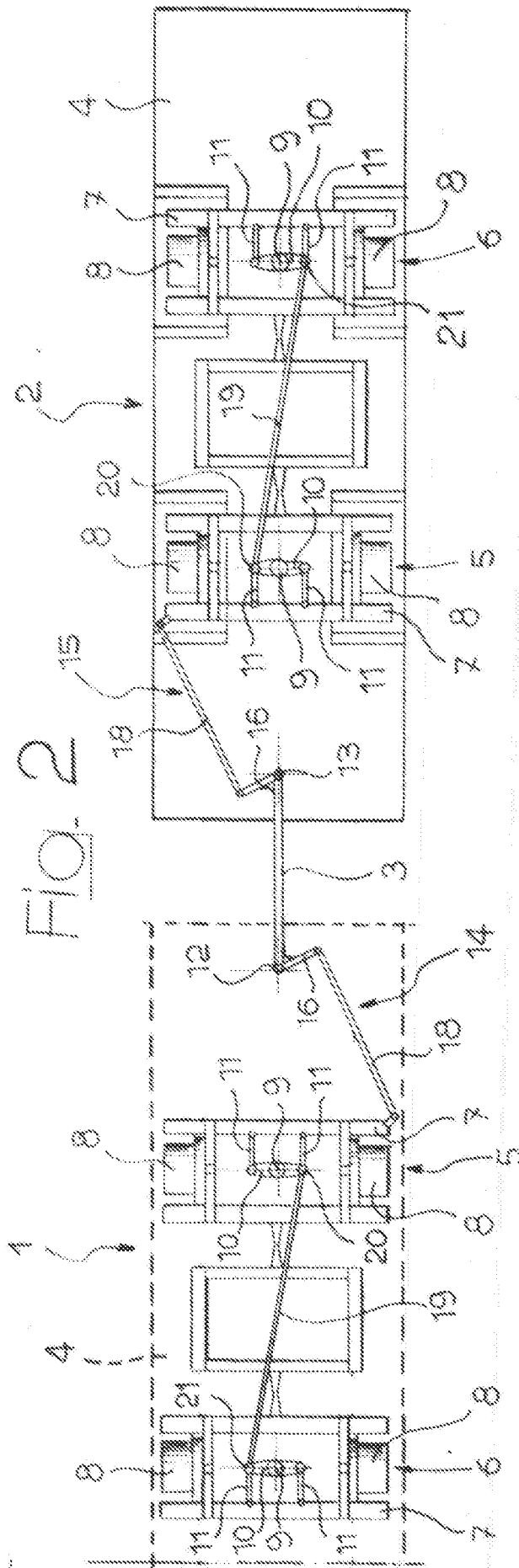


FIG-1



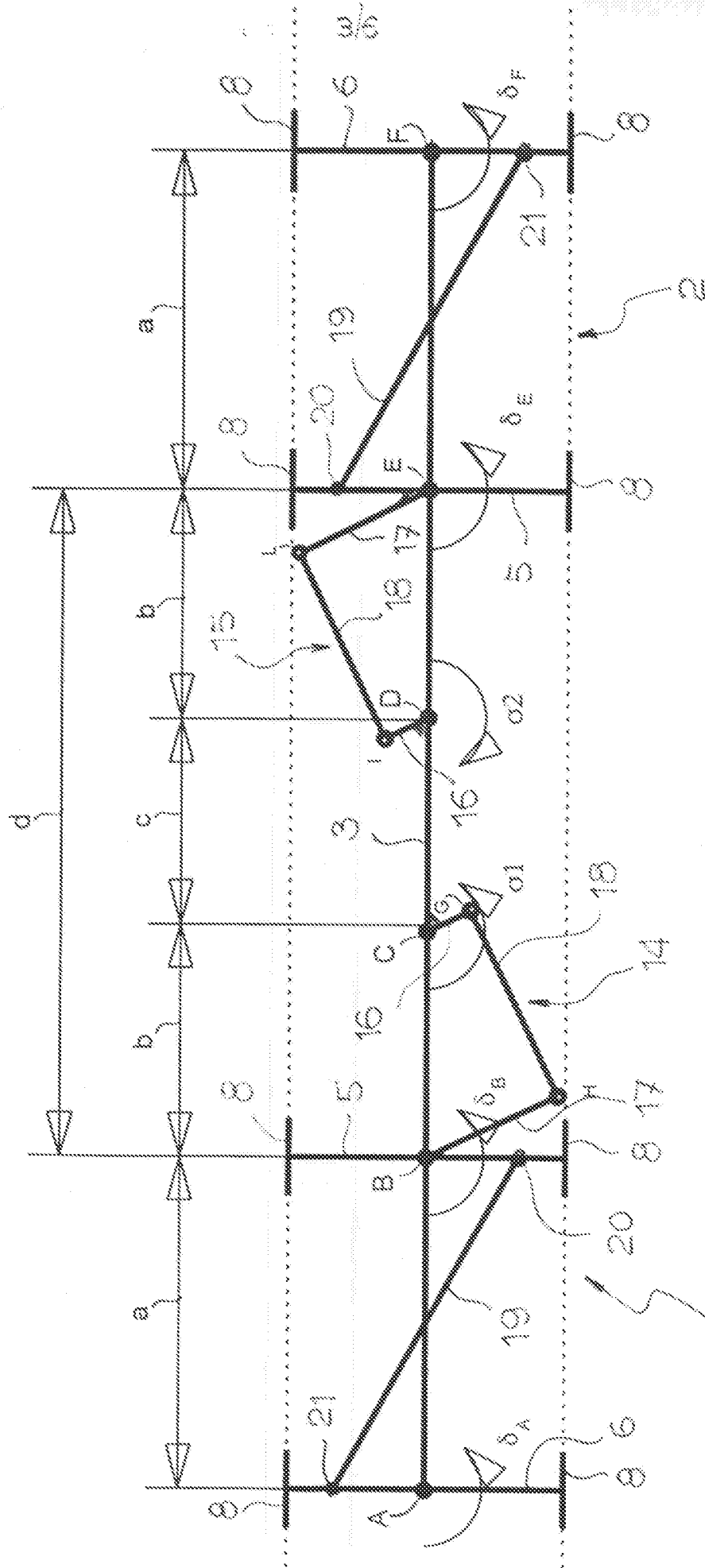
Ing. Franco Bizzini
 Roma, 15/10/25
 (in proprio e per gli altri)



3104

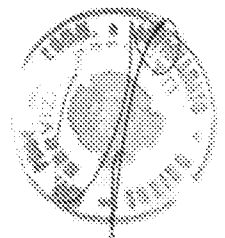
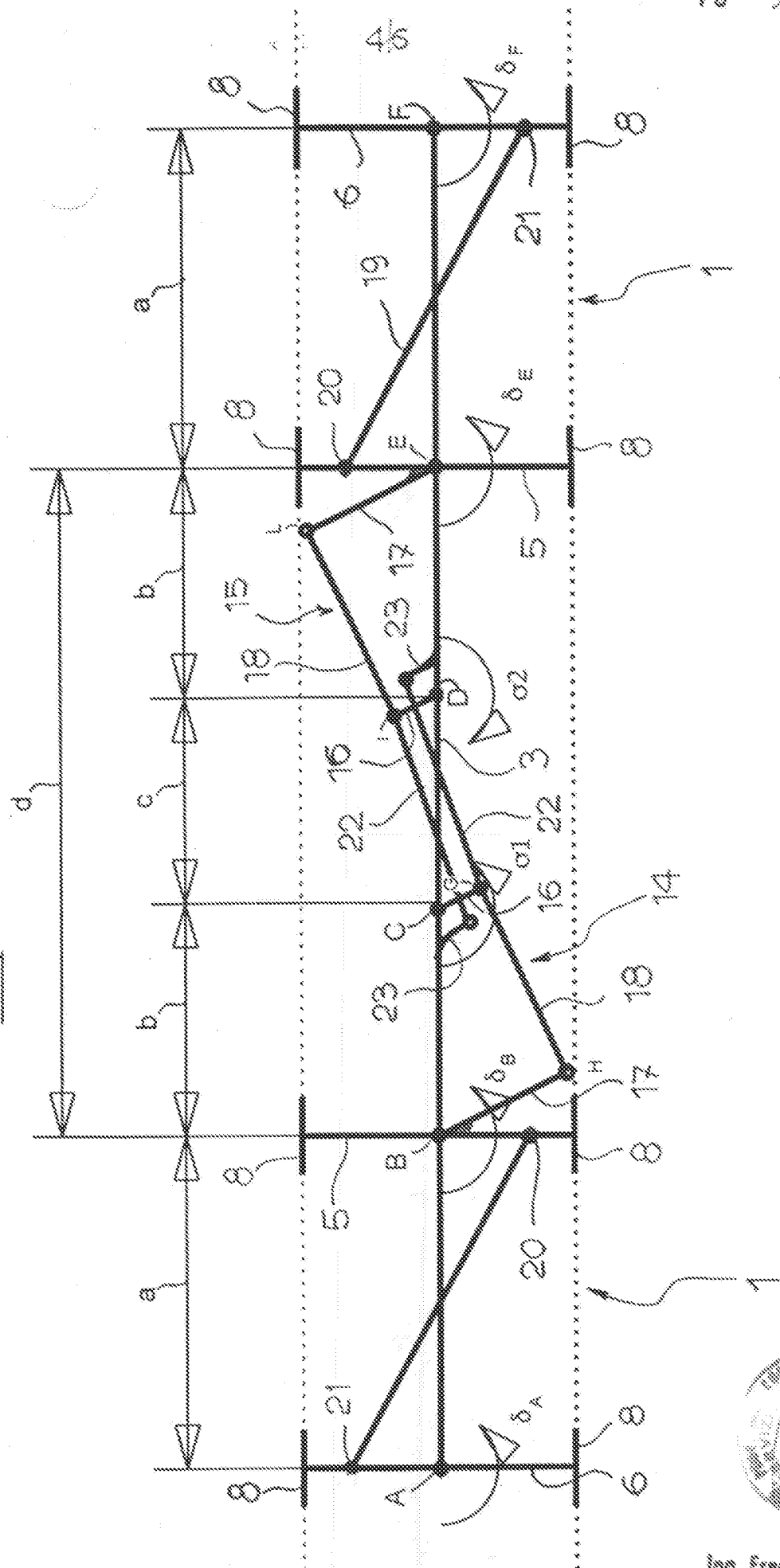
Ing. Franco RUZZI
 02/01/2000 10:25
 (in risposta a 02/01/2000)

Fig. 4



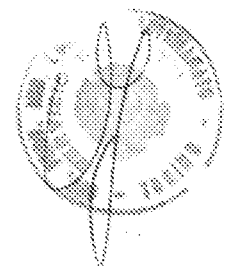
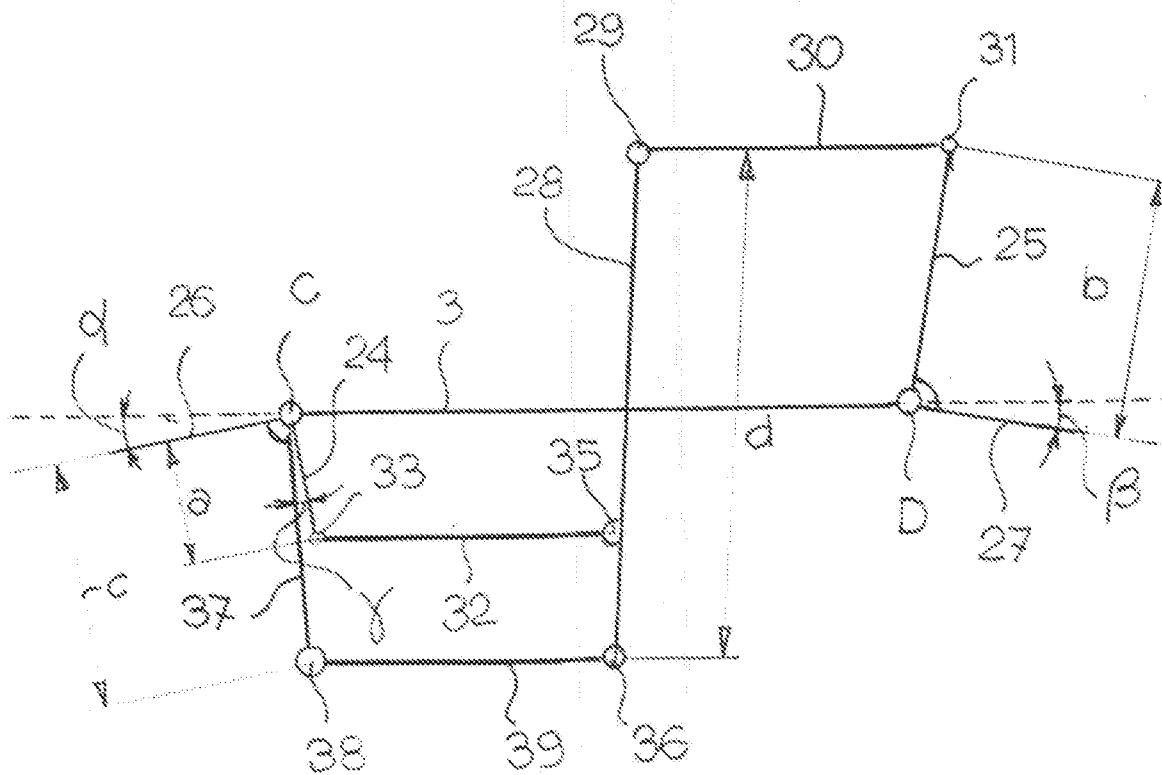
Ing. Franco Bizzini
 N. 150. 289
 (in pianta e per gli assi)

Fig. 5



Ing. Franco BUZZI
 ALBO 775
 (in proprio e per gli altri)

Fig. 6



Ing. Franco Bizzini
 PATENTE N. 259
 (in proprio e per terzi)

7104

