



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

# UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101994900396175</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>13/10/1994</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>13/04/1996</b>

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
B	61	L		

Titolo

SISTEMA E PROCEDIMENTO DI RILEVAMENTO DELLA POSIZIONE E DEI MOTI RELATIVI DI VEICOLI SU ROTAIA RISPETTO AL BINARIO

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Sistema e procedimento di rilevamento della posizione e dei moti relativi di veicoli su rotaia rispetto al binario"

di: FIAT FERROVIARIA S.p.A., nazionalità italiana,  
Corso Ferrucci 112 - 10100 Torino.

Inventori designati: Angelo Zingarelli, Cesare Santanera

Depositata il: 13 ottobre 1994 TO 94A000817

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce in generale a veicoli su rotaia provvisti di assili e di masse sospese e mobili rispetto a detti assili. Più in particolare, l'invenzione ha per oggetto un sistema per il rilevamento della posizione relativa fra detta massa sospesa rispetto al binario e rispetto ai singoli assili in vista di ottenere, attraverso l'elaborazione di dati rilevati, informazioni sui movimenti relativi di ciascuno di questi corpi (massa sospesa/assili) reciprocamente e rispetto al binario, in base alle interazioni dinamiche che detti corpi si scambiano.

E' noto nel campo dei veicoli ferroviari di equipaggiare i relativi carrelli con apparecchiature di rilevamento ottico, anche con l'ausilio di trasduttori laser, allo scopo di ispezione e monitoraggio della linea ferroviaria, ad esempio in

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

termini di geometria, allineamento e distanziamento delle rotaie. Esempi rappresentativi di tali applicazioni sono descritti ed illustrati nella domanda di brevetto francese FR-A-2.674.809 e nella domanda di brevetto europeo EP-A-0293015.

Altre applicazioni di apparecchiature ottiche di rilevamento su veicoli ferroviari contemplano il monitoraggio del profilo di contorno delle ruote mediante traduttori ottici a laser, come nel caso della domanda di brevetto inglese GB-A-2.178.169.

Lo scopo della presente invenzione è quello di fornire un sistema ed un metodo di rilevamento per veicoli su rotaia mediante il quale sia possibile ottenere dati per la valutazione del lavoro di attrito ruote-rotaie per previsioni di usura, nonché per verificare l'assetto di marcia degli assili e della massa su essi sospesa e individuare ampiezze e fasi relative dei fenomeni di dinamica di questi corpi, per consentire l'individuazione di elementi correttivi.

Il sistema ed il metodo secondo l'invenzione sono particolarmente diretti all'ottenimento di valutazioni, in tempi estremamente brevi, di collaudo e di messa a punto dei carrelli ferroviari da parte del fabbricante, in vista di accertare le conseguenze di eventuali irregolarità costruttive e

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

determinare le zone nelle quali è eventualmente necessario introdurre smorzamenti o altri elementi correttivi per migliorare il comportamento dinamico del rotabile, ed in particolare per evitarne instabilità dinamiche.

Secondo l'invenzione, gli scopi suddetti vengono raggiunti mediante un sistema di rilevamento per veicoli su rotaia aventi almeno due sale ed una massa (nel seguito denominata "struttura") sospesa e mobile rispetto ad esse, essenzialmente caratterizzato dal fatto che comprende:

- mezzi rilevatori di posizione a fotosensore applicati alla struttura e predisposti per rilevare caratteristiche geometriche tipiche del binario e la posizione relativa fra detta struttura e le rotaie in condizione di marcia del veicolo lungo il binario, e per fornire segnali elettrici indicativi di dette grandezze geometriche e di detta posizione relativa,

- mezzi rilevatori di spostamento pure applicati a detta struttura e predisposti per rilevare gli spostamenti relativi tra detta struttura e ciascuna delle sale, e per fornire segnali elettrici indicativi di tali spostamenti,

- mezzi elettronici di acquisizione e di elaborazione di detti segnali elettrici, predisposti

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

per fornire un monitoraggio relativo alla configurazione del binario ed all'assetto dinamico della struttura suddetta.

Secondo una forma preferita di attuazione dell'invenzione, i suddetti mezzi rilevatori di posizione comprendono due coppie di trasduttori laser applicati sui lati opposti di rispettive sezioni trasversali della struttura ed orientati verso i fianchi interni delle rotaie del binario, ed un ulteriore trasduttore laser applicato su un lato di una sezione trasversale intermedia della struttura ed orientato verso il fianco interno della corrispondente rotaia del binario ad esso adiacente.

I suddetti mezzi rilevatori di spostamento, che caratterizzano la posizione relativa fra ogni sala oggetto di misura e la massa sospesa o struttura, comprendono convenientemente due coppie di trasduttori di spostamento verticale, due coppie di trasduttori di spostamento longitudinale, e due trasduttori di spostamento laterale, operativamente associati a sopporti solidali alle parti non rotanti delle due sale.

Questi trasduttori di spostamento verticale, longitudinale e laterale sono preferibilmente, ma non necessariamente, di tipo meccanico-lineare, ad esempio a trasformatore differenziale.

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

I suddetti mezzi di elaborazione sono vantaggiosamente predisposti per fornire i seguenti dati:

- relativamente alla conformazione del binario: scartamento, in corrispondenza di ciascuna sezione trasversale, curvatura media (rilevata convenientemente da tre trasduttori laser orientati verso la stessa rotaia) e sghembo su base passo tra le sale;

- relativamente all'assetto dinamico della struttura e delle singole sale: spostamenti laterali struttura-binario, serpeggio, rollio, beccheggio, sussulto, spostamento relativo fra ciascuna sala e binario, angolo di attacco fra ciascuna sala e binario.

Il metodo secondo l'invenzione, che utilizza il sistema sopra definito, è principalmente caratterizzato dal fatto che consiste in:

- rilevare caratteristiche geometriche tipiche del binario e la posizione relativa fra sale e rotaie in condizione di marcia del veicolo lungo il binario, tramite mezzi rilevatori di posizione a fotosensore applicati alla struttura ed orientati verso i fianchi interni delle rotaie del binario,

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

- ottenere da tale rilevamento segnali elettrici indicativi di dette grandezze geometriche e di detta posizione relativa,

- rilevare gli spostamenti relativi fra la struttura e le sale in condizione di marcia del veicolo lungo il binario tramite mezzi rilevatori di spostamento operativamente associati a sopporti solidali alle parti non rotanti di ciascuna delle due sale,

- ottenere da tale rilevamento segnali elettrici indicativi di tali spostamenti,

- elaborare detti segnali elettrici per fornire un monitoraggio relativo alla configurazione del binario ed all'assetto dinamico della struttura e delle due sale.

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 schematica in elevazione laterale e parzialmente sezionata di un carrello a due sale per veicoli su rotaia dotato di un sistema di rilevamento secondo l'invenzione,

- la figura 2 è una vista in pianta della figura 1, e

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

- la figura 3 è un diagramma di flusso che mostra la logica di elaborazione dei segnali generati nel sistema di rilevamento secondo l'invenzione.

Riferendosi inizialmente alle figure 1 e 2, con C è indicato genericamente nel suo insieme un carrello a due assi destinato ad essere utilizzato in un veicolo ferroviario (non illustrato), comprendente tradizionalmente una cassa ed un secondo carrello del tutto identico al carrello C.

Tale carrello C comprende in breve una struttura a telaio F ed una coppia di sale A1, A2, con rispettive ruote W11, W12 e W21, W22, disposte in prossimità delle estremità (rispettivamente anteriore e posteriore) del telaio F. Le estremità dell'assale di ciascuna sala A1, A2 sono connesse ai lati del telaio F, pure in modo convenzionale, mediante rispettive boccole B11, B12 e B21, B22.

Secondo l'invenzione, il carrello C è equipaggiato con un sistema di rilevamento che utilizza una serie di trasduttori, la cui disposizione è rappresentata schematicamente nelle figure 1 e 2, collegati attraverso sistemi convenzionali di acquisizione dei relativi segnali, normalmente del tipo a scheda di digitalizzazione, ad un'unità elettronica di elaborazione a



microprocessore programmabile (non illustrato nei disegni).

Questi trasduttori, attraverso i quali come si vedrà nel seguito vengono monitorizzati i fenomeni dinamici del carrello durante la marcia lungo rotaie T1, T2, comprendono due gruppi: un gruppo di trasduttori di posizione, predisposti per rilevare caratteristiche geometriche tipiche del binario e la posizione relativa fra le sale A1, A2 e le relative rotaie T1, T2 in condizione di marcia del veicolo e per fornire corrispondenti segnali elettrici indicativi delle entità misurate, ed un secondo gruppo di trasduttori di spostamento, predisposti per rilevare gli spostamenti relativi fra il telaio F del carrello C e le sale A1, A2, e per fornire i segnali elettrici indicativi delle entità rilevate.

Più in dettaglio, il gruppo di trasduttori di posizione comprende:

- una prima coppia di fotosensori, preferibilmente di tipo laser, indicati con L11 ed L12 applicati da parti opposte in corrispondenza dell'estremità anteriore del telaio F, davanti alla sala anteriore A1, ed orientati verso i fianchi interni delle rotaie T1 e T2, rispettivamente;

- una seconda coppia di fotosensori, anch'essi preferibilmente di tipo laser, indicati con L21 e

L22 ed applicati da parti opposte in corrispondenza dell'estremità posteriore del telaio F, dietro alla sala A<sub>2</sub>, ed orientati anch'essi verso i fianchi interni delle rotaie T1, T2, rispettivamente,

- un ulteriore fotosensore, anch'esso normalmente di tipo laser, indicato con LM, applicato su un lato di una zona intermedia del telaio F ed orientato verso il fianco interno della corrispondente rotaia T1. Come si vede chiaramente nella figura 2, la posizione del fotosensore LM può convenientemente essere spostata rispetto alla mezzeria trasversale del carrello C, per cui la sua distanza dalla sala anteriore A1 è diversa, nel caso illustrato minore, di quella rispetto alla sala posteriore A2.

Come detto, i fotosensori L11, L12, L21, L22, LM sono convenientemente (ma non necessariamente) del tipo ad emettitore laser, ad esempio con campo di misura di  $325 \pm 40$  mm, risoluzione a 12 Bits, frequenza di misura di 16 kHz e banda passante selezionabile tra 10 Hz e 2 kHz. Un siffatto fotosensore opera, in modo per sè noto, mediante la generazione di due correnti elettroniche proporzionali alla posizione di un punto luminoso infrarosso focalizzato sulla sua superficie. L'oggetto da misurare (nella fattispecie il fianco

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

interno della rotaia) riflette in tutte le direzioni l'energia luminosa proiettata sulla sua superficie dall'emettitore: una parte di questa energia riflessa viene focalizzata sul ricevitore, attraverso il quale vengono generati segnali elettrici indicativi della posizione del fianco interno della rotaia rispetto all'emettitore. Tali segnali elettrici provenienti dal ricevitore vengono trattati attraverso un condizionatore di segnali, normalmente includente in modo noto un linearizzatore con filtro analogico passa-basso. I segnali condizionati vengono quindi alimentati ad una scheda di acquisizione per la loro digitalizzazione e trasmissione all'unità elettronica di elaborazione.

Il gruppo di sensori di spostamento comprende una serie di traduttori meccanici ad esempio del tipo lineare a trasformatore differenziale LVDT, la cui funzione è quella di rilevare gli spostamenti relativi fra il telaio F del carrello C e le sale A1, A2, e fornire segnali elettrici indicativi di tali spostamenti. Più in particolare, il gruppo di sensori di spostamento comprende:

- due coppie di trasduttori di spostamento longitudinale X11, X12 e X21, X22 per rilevare spostamenti nella direzione longitudinale delle

boccole B11, B12 della sala A1, e delle boccole B21, B22 della sala A2, rispettivamente, rispetto al telaio F del carrello C;

- due coppie di trasduttori di spostamento verticale V11, V12 e V21, V22 per rilevare gli spostamenti verticali delle boccole B11 e B12 della sala A1 e delle boccole B21 e B22 della sala A2, rispettivamente, rispetto al telaio F del carrello C,

- due trasduttori di spostamento laterale R1, R2 affacciati frontalmente rispettivamente alla boccola B11 e alla boccola B22 per rilevare spostamenti trasversali delle sale A1 e rispettivamente A2 rispetto al telaio F del carrello C.

Anche i trasduttori di spostamento X11, X12, X21, X22; V11, V12, V21, V22; R1, R2 sono connessi attraverso schede di digitalizzazione all'unità elettronica di elaborazione.

Tale unità elettronica di elaborazione può essere costituita ad esempio da un PC386 e/o 486 con relative unità periferiche.

Il sistema di rilevamento è inoltre collegato operativamente con un rilevatore odometrico di tipo convenzionale (indicato con ODO nel diagramma della figura 3) per la misura di spazio e velocità durante la marcia del veicolo, allo scopo di ottenere

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

riferimenti spaziali delle misurazioni effettuate ed elaborate dal sistema.

La figura 3 mostra schematicamente il diagramma di flusso dell'elaborazione dei segnali generati dai due gruppi di trasduttori rispettivamente di posizione e di spostamento descritti in precedenza. Attraverso opportuni algoritmi matematici, nell'ipotesi di approssimazione secondo la quale le rotaie T1 e T2 siano "ideali" (cioè con fianco interno verticale o a inclinazione costante), viene calcolata una serie di dati indicativi sia di caratteristiche geometriche tipiche del binario, sia della posizione relativa sale-binario in condizione di marcia del carrello C. Più in particolare, come risulta dal diagramma della figura 3, i dati relativi alle caratteristiche del binario sono i seguenti: curvatura media, scartamento in due sezioni corrispondenti al lato anteriore ed al lato posteriore del carrello, sghembo su base passo carrello.

I dati ottenuti in relazione al comportamento dinamico del carrello sono i seguenti: spostamento laterale relativo carrello-binario, serpeggio relativo sale-carrello, serpeggio del carrello, rollio del carrello in corrispondenza di ciascuna sala, rollio medio del carrello, beccheggio e

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

sussulto del carrello, spostamento relativo fra ciascuna sala e binario, angolo di attacco fra ciascuna sala e binario.

In pratica, i dati così ottenuti consentono di valutare e monitorare globalmente il comportamento dinamico del carrello in termini di assetto, centratura, ampiezze e fasi relativi nel moto dei diversi componenti, nonché di determinare di conseguenza il lavoro di attrito ruote-rotaie per previsioni di usura. In definitiva il sistema permette di procedere al collaudo ed alla messa a punto del carrello, ovvero del veicolo equipaggiato con il carrello stesso, in tempi brevi e risultati affidabili e precisi.

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'ambito della presente invenzione, così come definita nelle rivendicazioni che seguono.

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

## RIVENDICAZIONI

1. Sistema di rilevamento per veicoli su rotaia aventi almeno due sale (A1, A2) ed una massa sospesa o struttura (F) mobile rispetto ad esse, caratterizzato dal fatto che comprende:

- mezzi rilevatori di posizione a fotosensore (L11, L12, L21, L22, LM) applicati alla struttura (F) e predisposti per rilevare caratteristiche geometriche tipiche del binario (T1, T2) e la posizione relativa fra detta struttura (F) e rotaie in condizione di marcia del veicolo lungo il binario, e per fornire segnali elettrici indicativi di dette grandezze geometriche e di detta posizione relativa,

- mezzi rilevatori di spostamento pure applicati a detta struttura (F) e predisposti per rilevare gli spostamenti relativi fra la struttura (F) del carrello (C) e ciascuna delle sale (A1, A2), e per fornire segnali elettrici indicativi di tali spostamenti,

- mezzi elettronici di acquisizione e di elaborazione di detti segnali elettrici, predisposti per fornire un monitoraggio relativo alla configurazione del binario (T1, T2) ed all'assetto dinamico della struttura suddetta (F).

2. Sistema di rilevamento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti

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

mezzi rilevatori di posizione comprendono due coppie di trasduttori laser (L11, L12; L21, L22) applicati sui lati opposti di rispettive sezioni trasversali della struttura (F) ed orientati verso i fianchi interni delle rotaie (T1, T2) del binario, ed un ulteriore trasduttore laser (LM) applicato su un lato di una sezione trasversale intermedia della struttura ed orientato verso il fianco interno della corrispondente rotaia (T1) ad esso adiacente del binario.

3. Sistema di rilevamento secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi rilevatori di spostamento comprendono per ciascuna sala (A1, A2) una coppia di trasduttori di spostamento verticale (V11, V12; V21, V22), una coppia di trasduttori di spostamento longitudinale (X11, X12; X21, X22) ed un trasduttore di spostamento laterale (R1, R2), operativamente associati a sopporti solidali alle parti non rotanti (B11, B12, B21, B22) della rispettiva sala (A1, A2).

4. Sistema secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detti trasduttori di spostamento verticale, longitudinale e laterale (V, X, R) sono di tipo meccanico, preferibilmente a trasformatore differenziale lineare.

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUIX  
S.r.l.



5. Sistema secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di elaborazione sono predisposti per fornire i seguenti dati:

- relativamente alla conformazione del binario (T1, T2): scartamento in corrispondenza di ciascuna sezione della struttura (F), curvatura media e sghembo su base passo tra le due sale (A1, A2);

- relativamente all'assetto dinamico della struttura (F) e delle singole sale (A1, A2): spostamenti laterali struttura-binario, serpeggio, rollio, beccheggio, sussulto, spostamento relativo fra ciascuna sala e binario, angolo di attacco fra ciascuna sala e binario.

6. Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta struttura (F) è il telaio di un carrello ferroviario (C).

7. Procedimento di rilevamento per veicoli su rotaia aventi almeno due sale (A1, A2) ed una massa sospesa o struttura (F) mobile rispetto ad esse, caratterizzato dal fatto che consiste in:

- rilevare caratteristiche geometriche tipiche del binario (T1, T2) e la posizione relativa fra sale (A1, A2) e rotaie (T1, T2) in condizioni di marcia del veicolo lungo il binario, tramite mezzi

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

rilevatori di posizione a fotosensore (L) applicati alla struttura (F) ed orientati verso i fianchi interni delle rotaie del binario,

- ottenere da tale rilevamento segnali elettrici indicativi di dette grandezze geometriche e di detta posizione relativa,

- rilevare gli spostamenti relativi fra la struttura (F) e le sale (A1, A2) in condizione di marcia del veicolo lungo il binario tramite mezzi rilevatori di spostamento (V, X, R) operativamente associati a supporti solidali alle parti non rotanti (B) di ciascuna delle due sale (A1, A2),

- ottenere da tale rilevamento segnali elettrici indicativi di tali spostamenti,

- elaborare detti segnali elettrici per fornire un monitoraggio relativo alla configurazione del binario (T1, T2) ed all'assetto dinamico della struttura (F) e delle due sale (A1, A2).

8. Procedimento secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che per detti rilevatori di posizione si utilizzano due coppie di trasduttori laser (L11, L12; L21, L22) applicati sui lati opposti di rispettive sezioni trasversali della struttura (F) ed orientati verso i fianchi interni delle rotaie (T1, T2) del binario, ed un ulteriore trasduttore laser (LM) applicato su un lato di una

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

sezione trasversale intermedia della struttura (F) ed orientato verso il fianco interno della corrispondente rotaia (T1).

9. Procedimento secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che per detti mezzi rilevatori di spostamento si utilizzano due coppie di trasduttori di spostamento verticale (V11, V12; V21, V22), due coppie di trasduttori di spostamento longitudinale (X11, X12; X21, X22) e due trasduttori di spostamento laterale (R1, R2) operativamente associati alle boccole (B11, B12, B21, B22) delle due sale (A1, A2).

10. Procedimento secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di elaborazione forniscono i seguenti dati:

- relativamente alla conformazione del binario (T1, T2): scartamento in corrispondenza di ciascuna sezione trasversale, curvatura media e sghembo su base passo tra le due sale (A1, A2);
- relativamente all'assetto dinamico della struttura (F) e delle sale (A1, A2): spostamenti laterali struttura-binario, serpeggio, rollio, beccheggio, sussulto, spostamento relativo fra ciascuna sala e binario, angolo di attacco fra ciascuna sala e binario.

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

Il tutto sostanzialmente come descritto ed  
illustrato e per gli scopi specificati.

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



Fig. 1

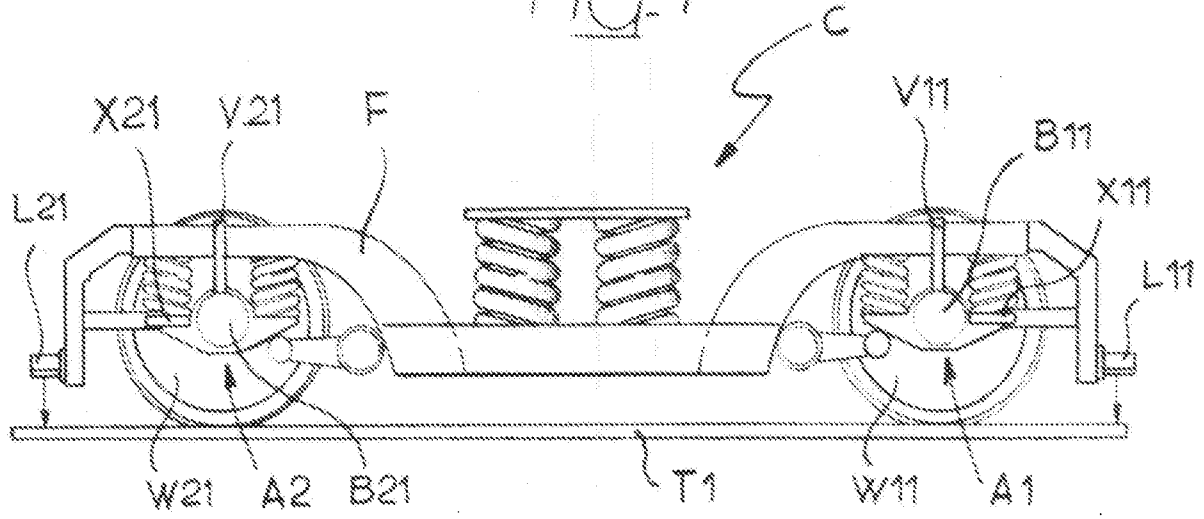


Fig. 2

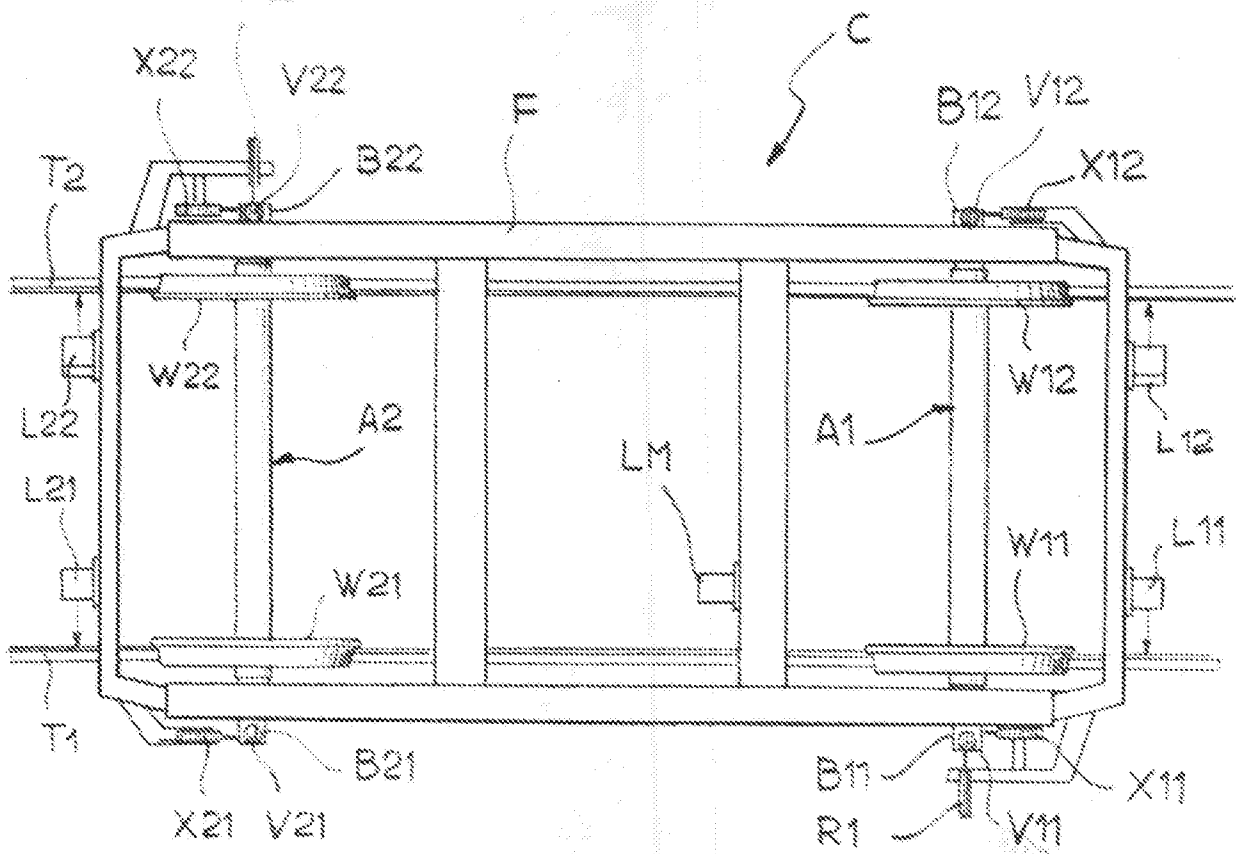
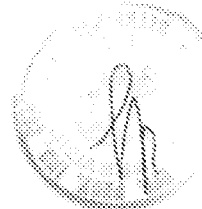
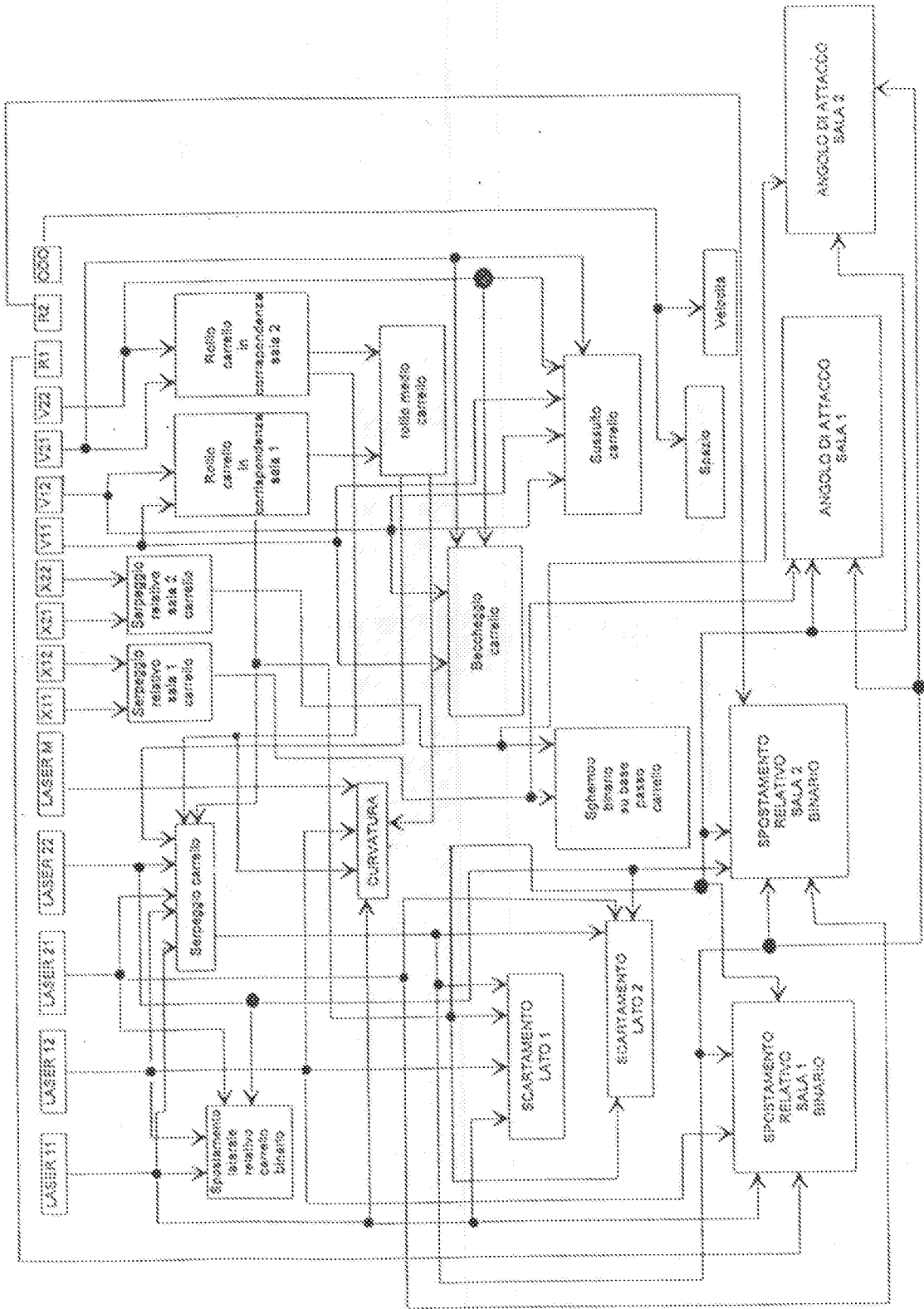


Fig. 3



Ing. Franco BUZZI  
 In proprio e per gli altri