

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901939018A1

Publication Date

20121022

Applicant

ANSALDOBREDA S.P.A.

Title

TRENO PROVVISORIO DI INTERFACCE COLLASSABILI TRA LE CARROZZE

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo: "TRENO
PROVVISTO DI INTERFACCE COLLASSABILI TRA LE CARROZZE"

di ANSALDO BREDA S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA ARGINE, 425

NAPOLI (NA)

Inventori: RAITI Stefano, LENZI Luca

* * *

La presente invenzione è relativa ad un treno provvisto di interfacce collassabili tra le carrozze. In particolare, qui e nel seguito, con il termine "treno" si intende sia un treno su ferrovia, in particolare un treno ad alta velocità, sia un treno metropolitano.

La domanda di brevetto europea EP 1927524 A1, che corrisponde al preambolo della rivendicazione 1, descrive un treno, le cui carrozze sono accoppiate tramite interfacce provviste di strutture collassabili che si deformano plasticamente quando vengono compresse con un carico superiore ad una data soglia, per assorbire energia in caso di collisione frontale del treno e, quindi, salvaguardare l'integrità delle zone occupate da passeggeri e dall'equipaggio.

Le strutture collassabili indicate in EP 1927524 A1 forniscono, durante la loro deformazione plastica, una

resistenza alla compressione longitudinale che cresce in modo lineare all'aumentare dello schiacciamento. Questa soluzione consente di ripartire lungo tutto il treno l'assorbimento dell'energia d'urto.

Le interfacce più vicine alla zona dell'urto (quindi più prossime alla cabina) sono le più sollecitate, contrariamente a quelle più lontane (nelle zone centrale e finale del treno). Su un dato treno, però, tutte le interfacce devono essere uguali tra loro, per necessità di industrializzazione, di intercambiabilità e di flessibilità di configurazione del treno stesso. Pertanto, la progettazione ed il dimensionamento delle interfacce devono essere eseguite tenendo conto delle specifiche richieste alla prima interfaccia, ossia quella che deve supportare il carico più elevato, anche se le strutture collapsabili delle interfacce successive non saranno sfruttate per tutta la loro capacità di assorbimento.

Com'è noto, in un treno, i problemi di spazio e di peso sono cruciali. In particolare, la zona di confine tra carrozze adiacenti è molto congestionata, in quanto, in uno spazio molto ristretto, devono trovare alloggio gli elementi di trazione/repulsione, l'intercomunicante, le connessioni elettriche, le connessioni pneumatiche, ecc..., per di più garantendo la necessaria libertà di movimento relativo tra le casse durante la corsa.

È sentita pertanto l'esigenza di perfezionare la soluzione descritta in EP 1927524 A1 al fine di limitare il carico massimo agente, in caso di collisione frontale o posteriore, sulla prima interfaccia, la quale, come accennato sopra, impone i requisiti di progettazione per tutte quante le interfacce successive.

Scopo della presente invenzione è quello di realizzare un treno provvisto di interfacce collassabili tra le carrozze, il quale consenta di assolvere in maniera semplice ed economica all'esigenza sopra esposta.

Secondo la presente invenzione viene realizzato un treno come definito nella rivendicazione 1.

L'invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui:

- la figura 1 è una vista laterale di una preferita forma di attuazione di un treno provvisto di interfacce collassabili tra le carrozze, secondo la presente invenzione;
- la figura 2 è una vista laterale, in scala ingrandita, di un'interfaccia del treno di figura 1;
- la figura 3 illustra, con parti asportate per chiarezza ed in scala ulteriormente ingrandita, un particolare della figura 2;
- la figura 4 è un grafico che rappresenta la resistenza

alla compressione in funzione dello schiacciamento di una struttura collassabile dell'interfaccia di figura 2;

- le figure 5a e 5b mostrano, schematicamente, la deformazione plastica di un elemento assorbitore di una interfaccia del treno di figura 1;
- la figura 6 è analoga alla figura 2 e mostra una variante della figura 2; e
- le figure 7 e 8 sono analoghe alle figure 1 e, rispettivamente, 2 ed illustrano una ulteriore variante del treno della presente invenzione.

In figura 1 con 1 è indicato un treno ad alta velocità, costituito, in particolare, da otto carrozze 2 che sono allineate lungo una direzione 3 longitudinale e sono accoppiate tra loro tramite interfacce 4. Le due carrozze 2a disposte in testa e in coda sono motorizzate e sono provviste di cabina; quattro carrozze intermedie 2b sono trainate; e due carrozze intermedie 2c sono motorizzate e sono disposte tra quelle trainate.

Per quanto riguarda la sicurezza passiva in caso di collisione frontale, il treno 1 è progettato in modo da soddisfare le direttive indicate nello standard europeo EN 15227, al fine di evitare evidenti deformazioni plastiche sulle cabine di guida, sui comparti passeggeri, e sulle zone di estremità di ciascuna carrozza 2 dove sono

collocati i vestiboli e le zone di accesso ai comparti passeggeri.

Con riferimento alle figure 2 e 3, ciascuna interfaccia 4 comprende due organi 9 di sicurezza, i quali sono accoppiati rispettivamente alle casse (o telai portanti) 7 delle due carrozze 2 adiacenti, sono distanziati longitudinalmente tra loro durante la marcia, ad esempio di una distanza F pari a circa 70 mm, sono sostanzialmente uguali e sostanzialmente simmetrici rispetto ad un piano ideale mediano ortogonale alla direzione 3.

Ciascuna interfaccia 4 comprende, inoltre, una barra 10 di trazione, la quale è disposta al di sotto dei due organi 9, trasmette le forze di trazione tra le carrozze 2 durante la marcia, ed è accoppiata alle casse 7 tramite rispettivi snodi 11, uno solo dei quali è mostrato in modo semplificato in figura 3. Gli snodi 11 consentono una inclinazione relativa tra la barra 10 e le casse 7 e, quindi, i cambi di direzione in curva di ciascuna carrozza 2 rispetto alla successiva.

Ciascun organo 9 comprende due elementi 18 assorbitori, i quali si estendono lungo rispettivi assi 19 paralleli alla direzione 3, sono affiancati orizzontalmente (per cui uno solo è visibile nelle figure), sono uguali, e sono simmetrici rispetto ad un piano ideale verticale su

cui giace la direzione 3. I quattro elementi assorbitori 18 di ciascuna interfaccia 4 definiscono una struttura collassabile che è in grado di deformarsi plasticamente per assorbire energia durante un'eventuale collisione frontale o posteriore del treno 1, per garantire la sicurezza dei comparti passeggeri.

I due organi 9 comprendono, inoltre, rispettivi elementi 12 frontali anti-sormonto ("anti-climber"), i quali sono sostanzialmente rigidi, si estendono trasversalmente agli assi 19, e hanno rispettive superfici 13 che sono affacciate tra loro e sono provviste di alette 14 orizzontali definenti tra loro una pluralità di scanalature 15.

I due elementi 18 di ciascun organo 9 comprendono rispettive porzioni 20 terminali di attacco, accoppiate alle estremità laterali dell'elemento 12: in particolare, le porzioni 20 sono incernierate a tali estremità laterali attorno a rispettivi assi verticali. All'estremità opposta rispetto alle porzioni 20, i due elementi 18 comprendono rispettivi corpi 23, i quali sono sostanzialmente cilindrici e sono alloggiati, in posizioni fisse, in rispettive sedi 24 definite dalla cassa 7. In particolare, ciascuna sede 24 è definita da due piastre 27,28, le quali giacciono su piani ortogonali all'asse 19, sono assialmente distanziate tra loro e sono rinforzate in maniera non

illustrata.

I due elementi 18 di ciascun organo 9 comprendono, inoltre, rispettivi corpi 30 cilindrici, i quali sono coassiali ai corpi 23, si estendono all'esterno della relativa cassa 7, e hanno diametro minore dei corpi 23.

Ciascun organo 9 comprende, poi, due piastre o flange 32 di fissaggio, calzate in posizione fissa su rispettive estremità dei corpi 23 e fissate alla cassa 7, ad esempio alla piastra 27 mediante viti, per bloccare i corpi 23 stessi.

In caso di collisione frontale o posteriore del treno, in ciascuna interfaccia 4, quando la compressione tra le casse 7 supera una data soglia, ad esempio una soglia pari a $1,7 \cdot 10^6$ [N], lungo la direzione 3, i dispositivi che collegano la barra 10 alle casse 7 si rompono. La barra 10 pertanto diventa libera di scorrere rispetto ad almeno una delle due carrozze 2 e, pertanto, è trascurabile il suo apporto per quanto riguarda l'assorbimento di energia.

Le due carrozze 2 pertanto si avvicinano, e la distanza F si riduce fino a zero. A questo punto, le scanalature 15 di un elemento 12 vengono impegnate dalle alette 14 dell'elemento 12 affacciato: l'impegno tra le scanalature 15 e le alette 14 dei due elementi 12 impedisce alle due carrozze 2 di sollevarsi l'una rispetto all'altra.

Nel momento in cui gli elementi 12 entrano in impegno,

la compressione tra i due organi 9 in direzione parallela alla direzione 3 sale in maniera rapida, con una corrispondente deformazione elastica di entità trascurabile (tratto di curva indicato con (b) nel grafico di figura 4).

Quando la compressione supera una data soglia B (ad esempio $1,6 \cdot 10^6$ [N]), i corpi 30 iniziano ad arretrare all'interno dei corpi 23, come se fossero dei pistoni in rispettivi cilindri, provocando una deformazione plastica che assorbe energia.

La corsa di ciascun corpo 30 corrisponde alla deformazione plastica dell'elemento 18, viene definita anche come "schiacciamento longitudinale", e può raggiungere un valore massimo C (figura 5a), definito da spallamenti di fine corsa del corpo 23, i quali fermano l'arretramento assiale del corpo 30 (figura 5b).

In ciascuna interfaccia 4, la struttura collapsabile definita complessivamente dagli elementi 18 offre, in direzione parallela alla direzione 3, una resistenza a compressione che è crescente all'aumentare dello schiacciamento longitudinale, secondo una curva di rigidezza teorica che viene stabilita a progetto. Il grafico di figura 4 illustra tale curva di rigidezza, la quale cresce in modo monotono, ossia con pendenza sostanzialmente sempre positiva, da un punto iniziale di coordinate (0;B) fino ad un punto finale di coordinate

(D;E). Nel punto finale di coordinate (D;E) la curva di rigidezza stabilita a progetto potrebbe arrivare ad avere tangente orizzontale (pendenza uguale a zero).

Nel caso di treno ad alta velocità, preferibilmente si ha:

D = circa 610 [mm];

B = circa 1600 [kN];

E = circa 2700 [kN];

L'ascissa D dipende dalle caratteristiche costruttive della struttura collassabile e, nel caso della forma di attuazione delle figure 2 e 3, è uguale a due volte il suddetto valore massimo C. Sempre nell'esempio di figura 3, visto che ciascun organo 9 ha due elementi 18 disposti in parallelo, ciascun elemento 18 si deforma plasticamente in un intervallo di carico da 800 [kN] a 1350 [kN].

La curva di rigidezza stabilita a progetto durante la deformazione plastica della struttura collassabile di una singola interfaccia 4 ha concavità verso il basso, preferibilmente in tutti i punti della curva di rigidezza stessa. In questo modo, non solo l'energia massima assorbibile è maggiore in ciascuna interfaccia rispetto ad un ipotetica curva di rigidezza lineare (in quanto l'area sottesa dalla curva è maggiore), ma consente di ottenere anche una migliore distribuzione dei carichi tra le varie interfacce 4, come meglio verrà spiegato nel seguito.

Nella realtà, la resistenza a compressione è determinata dalle caratteristiche di materiale, di geometria e di dimensioni della struttura collassabile dell'interfaccia 4. Le caratteristiche della struttura collassabile, quindi, vengono progettate in modo da fornire una resistenza a compressione uguale a quella della curva di rigidità definita a progetto. In particolare, si ammette che la resistenza a compressione effettiva, durante una collisione ad una velocità d'urto standard, possa avere uno scostamento massimo di $\pm 7,5\%$ rispetto a quella della curva di rigidità stabilita a progetto.

In fase di progettazione, è possibile adottare diverse soluzioni costruttive alternative per ottenere una resistenza alla compressione effettiva uguale a quella della curva di rigidità stabilita a progetto. Ad esempio, come mostrato in figura 5a, per ciascun elemento 18, si può adottare un tubo, definito dalla parte anteriore del corpo 23, che riceve un pistone, definito da una porzione cilindrica del corpo 30, avente diametro esterno maggiore del diametro interno del tubo. Essenzialmente, la resistenza che il tubo oppone all'inserimento del pistone è funzione del materiale del tubo, dell'interferenza diametrica tra tubo e pistone, e dello spessore del tubo stesso. Variando opportunamente il valore di interferenza e/o lo spessore del tubo in modo progressivo per tutta la

corsa di inserimento del pistone, si possono ottenere leggi di rigidezza qualsiasi. Nel caso specifico, lo spessore del tubo varia con una legge tale da ottenere la curva di rigidezza stabilita a progetto con concavità verso il basso.

Dopo aver progettato costruttivamente la struttura collassabile, ossia gli elementi 18, è possibile effettuare una verifica per ricavare la resistenza a compressione effettiva durante una deformazione plastica e determinare se corrisponde a quella stabilita a progetto. Tale verifica consiste preferibilmente in una simulazione tramite opportuni software.

In caso di una verifica quasi-statica, ossia simulando velocità di deformazione estremamente basse, la resistenza a compressione effettiva è molto vicina, se non identica, a quella della curva di rigidezza stabilita a progetto. In caso di una verifica di carattere dinamico, ossia simulando velocità di deformazione che corrispondano sostanzialmente a quelle reali in caso di collisione, la resistenza a compressione effettiva in funzione della deformazione plastica ha, in genere, delle fluttuazioni attorno ad un andamento medio, il quale deve essere sostanzialmente uguale alla curva di rigidezza stabilita a progetto. Come accennato sopra, lo scostamento rispetto alla curva di rigidezza stabilita a progetto deve rientrare all'interno

della tolleranza di $\pm 7,5\%$.

Questa modalità di progettazione consente di assorbire in maniera controllata l'energia associata ad un urto.

In fase di progetto, la curva di rigidezza può essere impostata per punti (come in figura 4) e/o essere impostata sotto forma di equazione polinomiale, di grado uguale o superiore al secondo. Ad esempio, una equazione polinomiale di quarto grado adatta per il treno 1 è la seguente:

$$y(x) = -9591 \cdot x^4 + 13511 \cdot x^3 - 8333 \cdot x^2 + 4030 \cdot x + 1600$$

dove:

x [m] = schiacciamento longitudinale o deformazione plastica della struttura collassabile (definita dall'insieme degli elementi 18) in una interfaccia 4 (l'ascissa $x = 0$ corrisponde all'inizio della deformazione plastica);

y [kN] = resistenza a compressione in direzione longitudinale tra le casse 7 delle due carrozze 2 adiacenti durante la deformazione plastica.

La tabella che segue mostra i risultati di due simulazioni software, che sono relative, rispettivamente, ad un impatto frontale di un treno dell'arte nota, in cui la struttura collassabile delle interfacce è plasticamente deformabile con curva di rigidezza lineare, e ad un impatto frontale del treno 1 con la curva di rigidezza mostrata in

figura 4. Le coordinate (0;B) del punto iniziale e le coordinate (D;E) del punto finale della deformazione plastica sono uguali per le due curve di rigidezza prese a confronto e sono uguali ai valori sopra indicati.

Le simulazioni sono state effettuate generando un modello FEM in accordo alle linee guida dettate dallo standard europeo EN 15227. In particolare, l'impatto simulato è un urto frontale su tratto rettilineo, con un veicolo lanciato a 36 km/h contro un veicolo identico fermo e non frenato. Il modello utilizzato è del tipo "monodimensionale", dove il sistema composto dalle varie carrozze 2 e dalle strutture collapsabili di assorbimento di energia è schematizzato ricorrendo all'uso di masse e molle di opportuna rigidezza. In particolare, ciascuna cassa 7 è stata suddivisa idealmente in una parte centrale e in due parti di estremità, le quali sono state modellate separatamente. Sotto queste condizioni, sono state eseguite analisi non lineari di tipo esplicito con il solutore LS-Dyna di LSTC, versione 970.

Confrontando i risultati della tabella, risulta che, con curva di rigidezza con concavità verso il basso in campo plastico, alcune delle interfacce più lontane dalla zona di impatto (la 3° e la 5°) assorbono una quantità di energia maggiore rispetto al caso di curva di rigidezza lineare. Nel contempo, le prime due interfacce assorbono

una quantità di energia minore e quindi sono meno sollecitate a parità di condizioni e di tipologia d'urto.

Posizione dell'interfaccia	Energia assorbita sulle interfacce [kJ]		Variazione [kJ]	Δ %
	Struttura collassabile con curva di rigidezza lineare	Struttura collassabile con curva di rigidezza avente concavità verso il basso		
1	1154	1120	-34	-2.9
2	1009	970	-39	-3.9
3	683	718	+35	+5.1
4	472	522	-50	-10.6
5	537	477	+60	+11.2
6	502	506	-4	-0.8
7	286	277	-9	-3.14

Rispetto a treni dell'arte nota in cui le strutture collassabili delle interfacce hanno curva di rigidezza lineare, nella presente invenzione l'energia di deformazione non rigenerabile complessivamente assorbita dall'insieme delle interfacce 4 del treno 1 risulta essere minore: la riduzione di tale energia si traduce in una maggiore energia elastica immagazzinata dalle strutture durante la collisione.

La figura 6 mostra un treno 1a ad alta velocità, in

cui ciascuna interfaccia 4a è priva degli organi 9, ma ha una barra 10a che non si stacca dalle casse 7 in caso d'urto, ma che comprende una struttura collapsabile non descritta in dettaglio, progettata in modo da fornire una resistenza a compressione sostanzialmente uguale a quella della curva di rigidezza definita a progetto. In altre parole, almeno un elemento assorbitore è inglobato nella barra 10, la quale pertanto funge da dispositivo di trazione e anche di repulsione fra le casse 7.

Le figure 7 e 8 mostrano un treno 1b metropolitano, il quale ha solamente sei carrozze. In ciascuna interfaccia 4b, gli elementi 18b sono disposti di fianco alla barra 10b di trazione, sostanzialmente alla medesima altezza da terra. Per quanto riguarda la curva di rigidezza, nel caso di treno metropolitano, preferibilmente si ha:

D = circa 400 [mm];

B = circa 500 [kN];

E = circa 1000 [kN];

e un'equazione polinomiale della curva di rigidezza è ad esempio la seguente:

$$y(x) = -8720 \cdot x^4 + 11550 \cdot x^3 - 7227 \cdot x^2 + 2821 \cdot x + 500$$

Anche in questo caso, dalle simulazioni effettuate risulta che la curva di rigidezza stabilita a progetto con concavità verso il basso porta ad una vantaggiosa

distribuzione dell'assorbimento energetico tra le diverse interfacce 4b del treno 1b.

Le condizioni di simulazione sono identiche a quelle descritte sopra per il treno 1, fatta eccezione per i valori delle coordinate dei punti iniziale e finale delle curve di rigidità e per la velocità di impatto, che in questo caso è stata impostata a 25 km/h.

Posizione dell'interfaccia	Energia assorbita sulle interfacce [kJ]		Variazione [kJ]	Δ %
	Struttura collassabile con curva di rigidità lineare	Struttura collassabile con curva di rigidità avente concavità verso il basso		
1	325	287	-38	-11.7
2	314	253	-61	-19.4
3	39	109	+70	+180.5
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0

Confrontando i risultati della tabella, anche in questo caso è evidente che, nel caso del treno 1b, le prime due interfacce assorbono una energia minore e quindi sono meno sollecitate, a parità di condizioni e di tipologia d'urto, rispetto al caso dell'arte nota in cui la curva di rigidità è lineare in campo plastico. La terza interfaccia

invece assorbe una quantità di energia decisamente maggiore. L'urto è ad una velocità tale da non interessare sostanzialmente la quarta e la quinta interfaccia.

Anche in questo caso, l'energia di deformazione non rigenerabile complessivamente assorbita dall'insieme delle interfacce 4b del treno 1b risulta essere minore che nella metropolitana dell'arte nota, e la riduzione di tale energia si traduce in una maggiore energia elastica immagazzinata nelle strutture durante la collisione rispetto a quella con metropolitane dell'arte nota.

Da quanto precede appare evidente come la particolare curva di rigidezza con concavità verso il basso imposta per progettare le caratteristiche della struttura collapsabile nelle interfacce 4,4a,4b consente di distribuire in maniera più uniforme il carico, ossia l'assorbimento di energia, tra le varie carrozze 2, in quanto permette di "alleggerire" il lavoro delle interfacce vicine all'impatto, dislocando parte di assorbimento sulle interfacce più lontane.

Pertanto, la prima delle interfacce può essere dimensionata in modo da assorbire una quantità inferiore di energia e quindi supportare carichi più bassi, senza compromettere l'efficacia di assorbimento complessiva di tutto il treno 1,1a,1b. Dal momento che le interfacce sono uguali e la loro progettazione è basata sui requisiti di

assorbimento richiesti alla prima di esse, si ottiene il vantaggio di poter ridurre le dimensioni e/o il peso di tutte le strutture collapsabili presenti anche nelle interfacce intermedie, con un conseguente notevole risparmio di massa e di ingombri in termini complessivi.

Da quanto precede appare, infine, evidente che al treno 1,1a,1b descritto possono essere apportate modifiche e varianti che non esulano dal campo di protezione della presente invenzione, come indicato dalle rivendicazioni allegate.

In particolare, come accennato sopra, le caratteristiche costruttive degli elementi assorbitori della struttura collapsabile nelle interfacce potrebbero essere diverse da quelle illustrate a puro titolo di esempio; e/o tali elementi assorbitori potrebbero essere disposti in posizioni diverse e/o essere in numero diverso da quelli indicati.

RIVENDICAZIONI

1.- Treno (1;1a) comprendente una pluralità di carrozze (2) allineate lungo una direzione longitudinale (3) ed accoppiate tra loro tramite interfacce (4), le quali sono uguali tra loro e comprendono rispettive strutture collassabili (18); ciascuna struttura collassabile essendo plasticamente deformabile quando l'interfaccia (4) è sottoposta ad una compressione longitudinale superiore ad una data soglia (B) ed avendo caratteristiche tali da offrire, durante la deformazione plastica, una resistenza a compressione sostanzialmente uguale a quella di una curva di rigidezza, che è stabilita a progetto ed è crescente in modo monotono in funzione dello schiacciamento longitudinale; caratterizzato dal fatto che la detta curva di rigidezza ha concavità verso il basso.

2.- Treno secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la detta curva di rigidezza ha concavità verso il basso in tutti i punti della detta curva di rigidezza.

3.- Treno secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la detta curva di rigidezza è definita a progetto da una equazione polinomiale di quarto grado.

p.i.: ANSALDOBREDA S.P.A.

Paolo LOVINO

CLAIMS

TRAIN PROVIDED WITH COLLAPSIBLE INTERFACES BETWEEN THE CARRIAGES

1. A train (1; 1a) comprising a plurality of carriages (2) aligned along a longitudinal direction (3) and coupled to one another by means of interfaces (4), which are identical to one another and comprise respective collapsible structures (18); each collapsible structure being plastically deformable when the interface (4) is subjected to a longitudinal compression higher than a given threshold (B) and having features such as to offer, during plastic deformation, a resistance to compression substantially equivalent to that of a stiffness curve, which is set by design and increases monotonously as a function of the longitudinal deflection; characterised in that said stiffness curve has a downward concavity.

2. The train according to claim 1, characterised in that said stiffness curve has a downward concavity in all points of said stiffness curve.

3. The train according to claim 1, characterised in that said stiffness curve is set by design by a fourth grade polynomial equation.

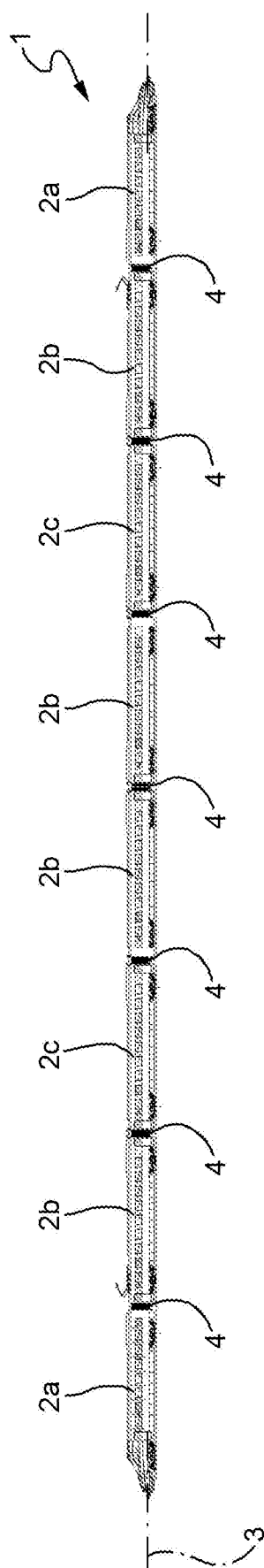


FIG. 1

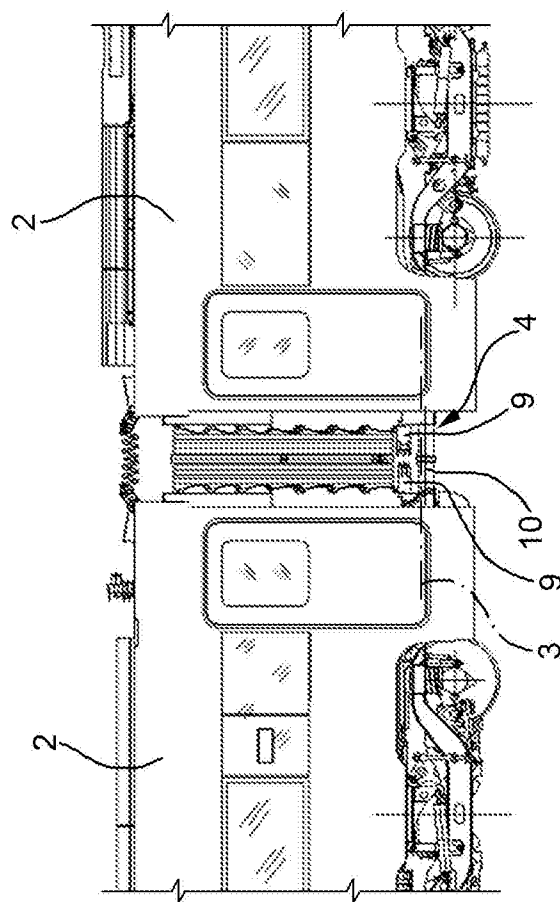


FIG. 2

p.i.: ANSALDOBREDA S.P.A.

Paolo LOVINO
(Iscrizione Albo nr. 999/B)

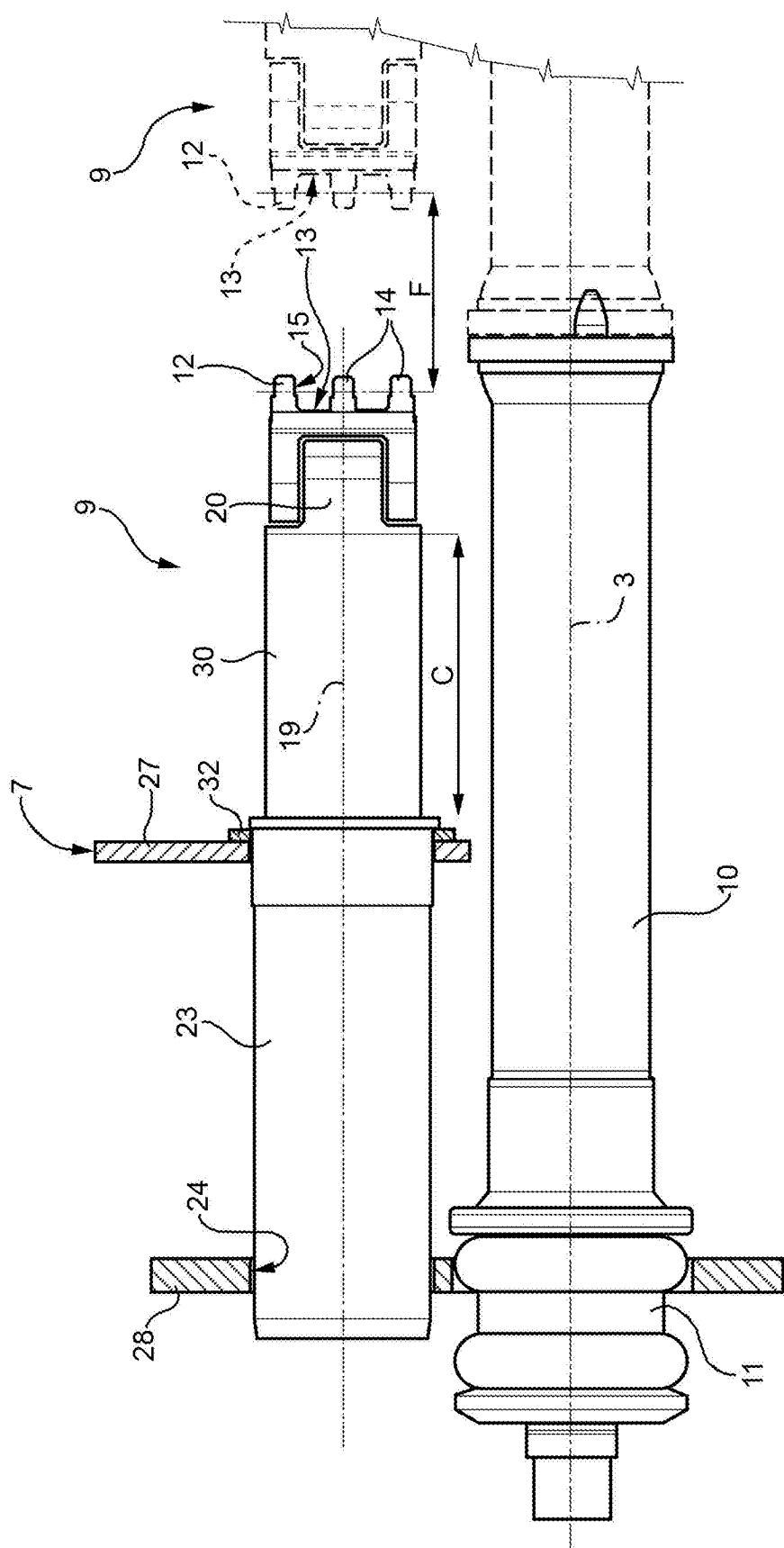


FIG. 3

p.i.: ANSALDOBREDA S.P.A.

Paolo LOVINO
(Iscrizione Albo nr. 999/B)

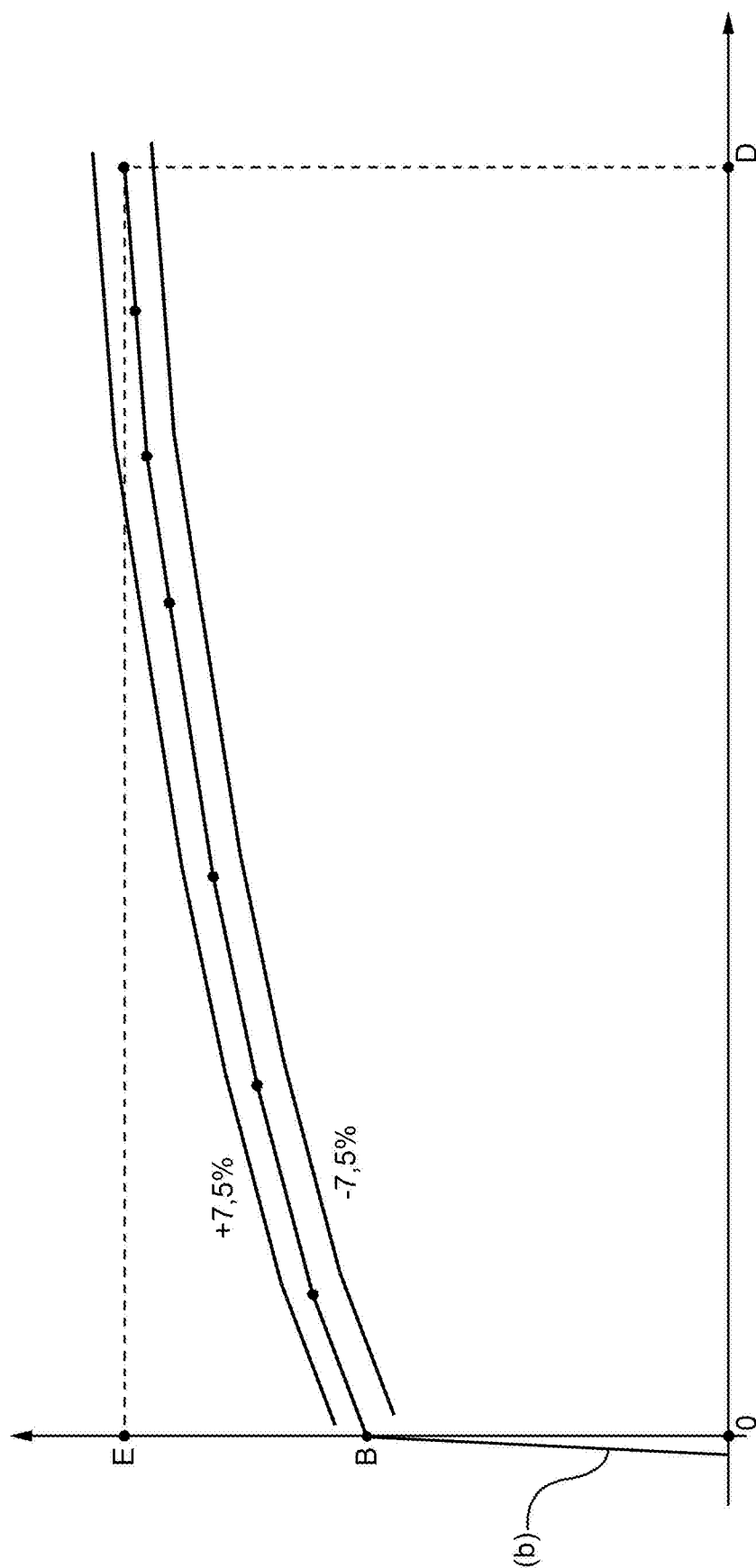


FIG. 4

p.i.: ANSALDOBREDA S.P.A.

Paolo LOVINO
(Iscrizione Albo nr. 999/B)

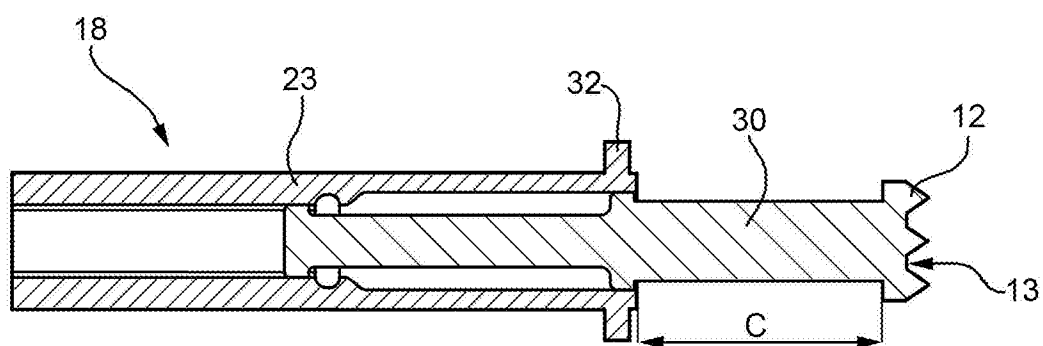


FIG. 5a

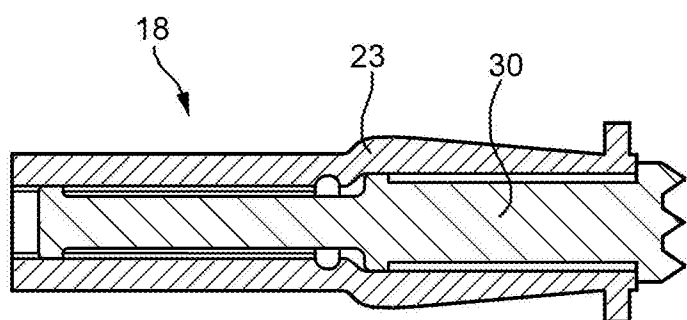


FIG. 5b

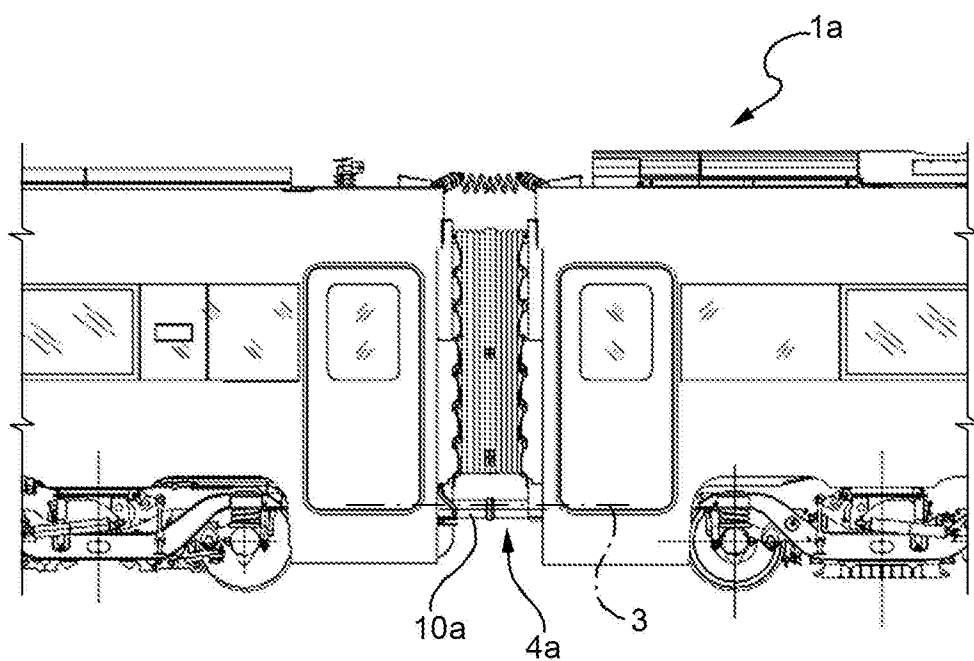


FIG. 6

p.i.: ANSALDOBREDA S.P.A.

Paolo LOVINO
(Iscrizione Albo nr. 999/B)

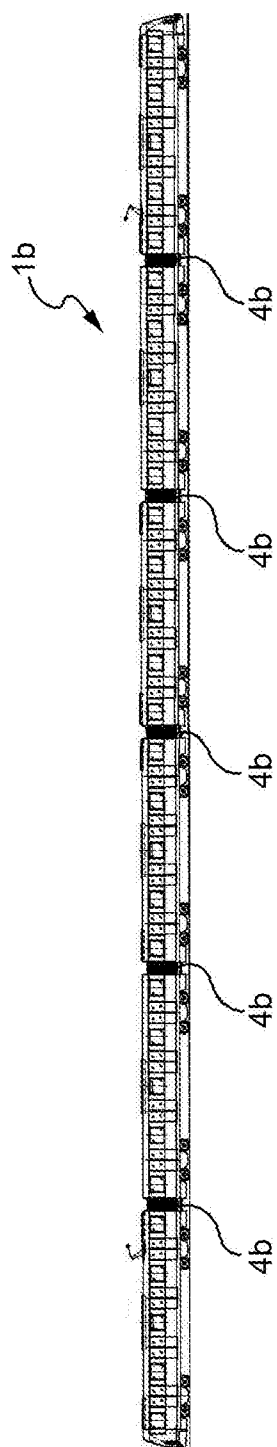


FIG. 7

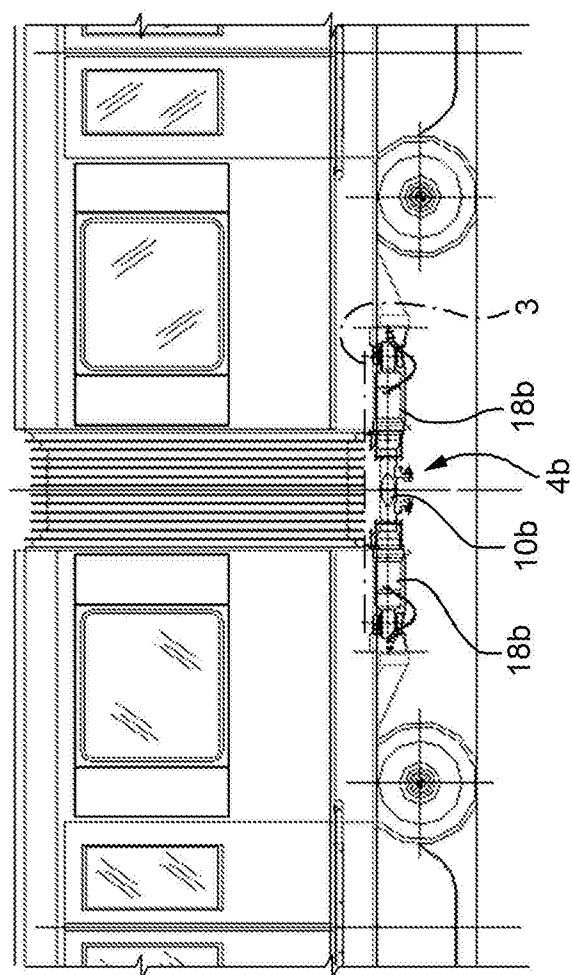


FIG. 8

p.i.: ANSALDOBREDA S.P.A.

Paolo LOVINO
(Iscrizione Albo nr. 999/B)