



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102012902091793
Data Deposito	12/10/2012
Data Pubblicazione	12/04/2014

Classifiche IPC

Titolo

SISTEMA ANTISLITTAMENTO PER RUOTE DI VEICOLI CON ELEMENTI SUPERELASTICI.

SISTEMA ANTISLITTAMENTO PER RUOTE DI VEICOLI CON ELEMENTI SUPERELASTICI

DESCRIZIONE

Campo dell'invenzione

La presente invenzione riguarda un sistema antislittamento per pneumatici di veicoli terrestri.

Tecnica antecedente

Come noto, i sistemi antislittamento per veicoli stradali sono offerti sul mercato in diversi modelli, più o meno complessi. Tradizionalmente, i modelli più diffusi comprendono una pista di rotolamento - in buona parte definita da catena metallica - destinata a giacere sul battistrada ed elementi di ritegno - anch'essi composti da catene metalliche o cavetti metallici - che cingono almeno parte della spalla del pneumatico e che terminano con mezzi di reciproco aggancio. Nei sistemi a montaggio frontale, la pista di rotolamento composta di catena metallica è sostenuta da elementi radiali a razze, che giacciono sul lato frontale della ruota e sono fissati in modo amovibile al cerchione.

In tutti questi casi, la composizione con elementi metallici - che costituiscono un pregio ai fini della robustezza e della durata - fa sì che il sistema sia sostanzialmente inestensibile. Pertanto, per applicare stabilmente il sistema antislittamento ad un pneumatico di una ruota, occorre che siano previsti anche alcuni componenti specificamente elastici. Il sistema antislittamento, o catena da neve, può essere quindi applicato alla ruota e quindi mantenuto o cinto su di essa strettamente, tramite lo sfruttamento dell'energia elastica di richiamo accumulata dagli elementi elastici. Nel caso delle classiche catene da neve, gli elementi elastici sono principalmente formati da corde elastomeriche o da dispositivi a molla, mentre nei sistemi a montaggio frontale sono costituiti da razze flessibili o elementi di richiamo a molla.

Questi elementi elastici hanno la funzione di consentire un'estensione elastica del sistema durante la fase di montaggio, ma anche di recuperare

gli inevitabili giochi che si riscontrano comunque tra catena e pneumatico (in quanto, per esigenze di economia, ciascuna misura di catena è concepita per adeguarsi ad una pluralità di misure di pneumatici).

In via esemplificativa, nelle catene tradizionali, il componente elastico assume anche la forma di un anello di gomma, destinato a rimanere sul lato frontale della ruota, al quale vengono collegati circonferenzialmente una serie di agganci di connessione della pista di rotolamento.

Nelle cosiddette catene autotensionanti, il componente elastico è sottoforma di un tensionatore di gomma che è connesso all'estremità aperta dell'anello circonferenziale periferico frontale, per esempio come mostrato in EP1520734 a nome della stessa Richiedente. Nelle catene a montaggio frontale, per esempio come descritte in EP351362, oltre alle razze flessibili, sono previsti componenti elastici di recupero - destinati ad adattare di misura la pista di rotolamento sul pneumatico.

Tutti questi componenti elastici di tecnica nota presentano però vari problemi, legati soprattutto al materiale di cui si compongono, all'ingombro ed alla loro lunghezza che è necessariamente significativa.

Una soluzione che cambia radicalmente prospettiva, è quella rappresentata dalle cosiddette "calze da neve": un involucro di tessuto estensibile, che può essere facilmente ed intuitivamente applicato al pneumatico. Questo dispositivo, tuttavia, a dispetto della sua leggerezza, compattezza e facilità di montaggio, non funziona bene su tutti i fondi innevati ed ha una durata estremamente limitata.

Rimanendo nel settore dei sistemi a catene metalliche, una soluzione molto efficace ai problemi suaccennati è stata fornita da EP2170632 a nome della stessa Richiedente. Il sistema ivi descritto unisce alla rigidità e robustezza tipica di catene metalliche, una distribuzione elastica degli sforzi molto efficace e ben dosabile.

In ogni caso, si consideri che tutti i componenti elastici, tradizionalmente impiegati sui sistemi antislittamento, soffrono di un inconveniente tipico ed intrinseco di un materiale elastico. Per poter infatti ottenere le desiderate dilatazioni del sistema (l'allungamento circonferenziale, per superare lo spallamento del pneumatico, può arrivare nel peggiore dei casi - ruote di

grossi veicoli da trasporto - anche al 50%) senza superare uno sforzo di calzatura ragionevole (quello esercitabile da una mano di utente inesperto), i componenti elastici devono avere un modulo elastico (o modulo di Young) abbastanza basso ed una lunghezza significativa (entrambe caratteristiche che si traducono in un valore di K basso nella formula della reazione elastica $F=kx$) - pena lo snervamento del materiale o la sua rottura.

In fig. 1 si riporta un diagramma esemplificativo di una curva sforzo/deformazione per due tipi di elastomero, materiale di cui si compongono tipicamente gli elementi elastici impiegati sui sistemi antislittamento. Un primo materiale ha modulo elastico E_1 (curva 1) ed un secondo materiale ha modulo elastico E_2 (curva 2), con $E_1 < E_2$.

Supponendo di dover raggiungere la deformazione limite S_1 , per poter calzare il sistema sul pneumatico, con il materiale a modulo elastico più elevato (curva 2) occorre esercitare uno sforzo T_1 assai più elevato che lo sforzo F_1 necessario per ottenere lo stesso allungamento nel materiale con modulo elastico inferiore (curva 1). Una volta raggiunto l'allungamento S_1 , durante la fase estensione massima per la calzatura sul pneumatico, il sistema viene poi rilasciato e va ad aderire al pneumatico, recuperando elasticamente l'estensione e quindi assestandosi ad un allungamento S_2 (le curve sforzo/deformazione vengono percorse in modo identico sia nella fase di carico che di scarico): in questo stato, il sistema conserva una tensione residua, rispettivamente T_2 e F_2 . Idealmente, dal punto di vista dello sforzo di montaggio, è preferibile il comportamento del materiale con modulo elastico E_1 più basso (curva 1), anche se poi si verificano degli inconvenienti nel funzionamento a rotolamento del sistema, come si mette in luce più sotto.

Anche in un sistema come EP2170632 occorre prevedere un numero adeguato di inserti ammortizzatori, per determinare un modulo elastico dell'intero sistema adeguato ad assicurare le deformazioni desiderate, senza raggiungere carichi di rottura o di snervamento degli inserti elastomerici.

Questa condizione, tuttavia, mal si concilia con l'esigenza opposta di avere un modulo elastico significativo, così da poter disporre di forze di reazione consistenti rispetto alla dilatazione durante il funzionamento. Durante il rotolamento, infatti, si manifestano forze centrifughe e di attrito sul siste-

ma, che tendono a dilatare la pista di rotolamento e quindi ad allentare la tenuta del sistema sul pneumatico: per far fronte a questi carichi esterni, sarebbe dunque desiderabile avere un modulo elastico elevato.

Tornando agli esempi di fig. 1, il materiale con modulo elastico inferiore (curva 1), nello stato di dilatazione S_2 partirebbe da un livello di reazione elastica F_2 , seguendo - nella fase di caricamento - un modulo elastico E_1 (=pendenza della curva), che produrrebbe reazioni elastiche poco reattive (gradiente basso) alle deformazioni provocate dal sollevamento centrifugo. Viceversa, il materiale con modulo elastico maggiore (curva 2 superiore), nello stato S_2 produrrebbe una reazione elastica molto più efficace alle dilatazioni del sollevamento centrifugo con un rilascio elastico inferiore: l'inconveniente, come già notato, è che risulta necessario esercitare uno sforzo molto elevato (T_1) per poter calzare il sistema sul pneumatico, ciò che non è proponibile agli utenti.

Questo è il motivo per cui nelle catene da neve tradizionali è sostanzialmente impossibile definire una pista di rotolamento circonferenzialmente chiusa, ma occorre invece prevedere un punto di apertura del sistema, che viene richiuso una volta applicata la pista di rotolamento sul battistrada del pneumatico. Le dilatazioni richieste ai componenti del sistema possono dunque essere ridotte, perchè in parte conseguite mediante apertura/chiusura del sistema. Gli elementi elastici vengono quindi scelti come compromesso tra le condizioni di calzatura (quando sarebbe opportuno avere un modulo elastico basso) e le condizioni di funzionamento (quando sarebbe opportuno avere un modulo elastico elevato).

Sarebbe invece desiderabile poter disporre di un sistema antislittamento che abbia un comportamento ottimizzato sia in fase di calzatura - in cui è richiesta una buona capacità di dilatazione pur con sforzi modesti - sia in fase di rotolamento/funzionamento - in cui è richiesta una reattività alle forze che si manifestano nel rotolamento e rilasci elastici più controllati.

Descrizione sommaria dell'invenzione

Scopo della presente invenzione è dunque quello di fornire un sistema antislittamento per pneumatici che superi i limiti di tecnica nota appena enunciati.

Tale scopo viene conseguito tramite un dispositivo come descritto nei suoi tratti essenziali nella allegata rivendicazione principale.

Altri aspetti inventivi del trovato sono descritti nelle rivendicazioni subordinate.

Breve descrizione dei disegni

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della catena da neve secondo l'invenzione risulteranno comunque meglio evidenti dalla descrizione dettagliata che segue di una preferita forma di esecuzione della stessa, data a titolo di esempio ed illustrata mediante l'ausilio dei disegni allegati, nei quali:

fig. 1, come accennato, è un grafico che mostra un confronto fra due materiali elastici a diverso modulo elastico;

fig. 2 è un grafico analogo a quello di fig. 1 che rappresenta il confronto con un elemento superelastico in un sistema antislittamento secondo l'invenzione;

fig. 3 è un grafico esemplificativo che rappresenta il comportamento di un sistema secondo l'invenzione nelle varie fasi di funzionamento;

figg. 4A-4C sono grafici esemplificativi delle curve sforzo/deformazione di alcune leghe metalliche superlastiche; e

figg. 5A e 5B sono viste schematiche in pianta di due forme d'esecuzione preferite del dispositivo di richiamo secondo l'invenzione.

Descrizione dettagliata di forme di esecuzione attualmente preferite

Un sistema antislittamento per una ruota di un veicolo si compone, in modo di per sè noto, da una pista di rotolamento e da una disposizione di ritegno configurata per vincolare la pista di rotolamento alla ruota.

In particolare, la pista di rotolamento è composta di elementi destinati a giacere sul battistrada del pneumatico e quindi delegati alla funzione di tenuta (grip) rispetto al fondo stradale ricoperto di neve o ghiaccio. La pista di rotolamento può assumere varie forme e si compone di semplici rami di catena metallica (i cosiddetti "rombi" delle catene tradizionali) o di piastre chiodate interconnesse da altri elementi metallici (tra cui anche catene metalliche). La specifica configurazione della pista di rotolamento, nella sua funzione di tenuta, non è oggetto di questa invenzione e dunque non verrà descritta in ulteriore dettaglio. Si desidera solo rimarcare che, per una buo-

na durata e resistenza del sistema, è desiderabile che la pista di rotolamento comprenda almeno una serie di elementi metallici: ciò esclude, ad esempio, che i migliori risultati possano essere conseguiti con tessuti o cavetti elastici, come avviene tipicamente con le calze antineve.

La pista di rotolamento, come intuibile, ha uno sviluppo circonferenziale dell'ordine di grandezza di quello del battistrada; pertanto, quando è vincolato sia internamente che esternamente alle spalle del pneumatico, è configurato in modo da poter essere aperto per poterlo calzare sul pneumatico. Se invece fa parte di un sistema a montaggio frontale, è sufficiente che incorpori qualche elemento di regolazione per recuperare i giochi di montaggio.

La disposizione di ritegno può comprendere a sua volta alcuni tratti di catena metallica, cavetti metallici, tensionatori o bracci di vincolo destinati a trattenere la pista di rotolamento sul battistrada. La disposizione di ritegno è configurata per essere cinta sui fianchi (spalle) e/o sul fronte del pneumatico, oppure per essere fissata in una pluralità di modi diversi al cerchione della ruota, secondo soluzioni ampiamente note nella tecnica. Tipicamente, in una catena da neve tradizionale, la disposizione di ritegno comprende almeno

- un cavetto interno, chiudibile sul lato posteriore della ruota,
- un anello frontale (composto da maglie di catena), chiudibile sul lato frontale della ruota, e
- una pluralità di elementi di connessione (tipicamente gancetti ad U) che collegano la pista di rotolamento al cavetto interno e all'anello esterno.

Nella disposizione di ritegno possono essere previsti elementi elastici tensionatori (corde elastomeriche, cricchetti di richiamo, molle, ...), aventi lo scopo di esercitare un'azione elastica che tenda a richiamare elasticamente il sistema e mantenerlo calzato sulla ruota: secondo l'invenzione - come si vedrà più avanti - questi elementi elastici possono essere eliminati.

Anche la disposizione di ritegno può essere apribile, in uno o più punti, in corrispondenza dei punti di apertura (se previsti) della pista di rotolamento.

Secondo l'invenzione, la pista di rotolamento o la disposizione di rite-

gono incorporano uno o più dispositivi di richiamo costituiti da materiali superelastici o "a memoria di forma". Questi dispositivi sono disposti in modo tale che, durante la fase di montaggio del sistema antislittamento sul pneumatico, siano sottoposti a tensionamento sino a livelli di carico superiori al loro comportamento di estensione/deformazione lineare. Ciò consente di sfruttare una loro peculiare caratteristica di comportamento a trazione, che determina un effetto sinergico e vantaggioso in questa specifica applicazione, come si illustrerà meglio più avanti.

I materiali superelastici, anche detti materiali a comportamento pseudoelastico o "leghe a memoria di forma" (shape memory alloys, SMA), sono infatti leghe metalliche (ad esempio Ni-Ti, Au-Cd, Cu-Zn-Ni, Cu-Al-Ni) che presentano un comportamento originale nel campo degli sforzi/deformazioni. Sottoposti a sollecitazione di trazione, essi manifestano - a temperature di esercizio predeterminate, superiori alla temperatura limite della fase martensitica - un iniziale comportamento elastico lineare, seguito da un comportamento non lineare, apparentemente plastico (al superamento di una specifica soglia di deformazione, nel punto in cui avviene una trasformazione di fase da fase austenitica a quella, metastabile, martensitica), con una isteresi nelle fasi di carico e scarico. A seguito di cicli di carico e scarico, i materiali superelastici tornano comunque alla loro forma originaria, anche se sono in grado di deformarsi di oltre il 10% (grazie al comportamento non lineare): in questo si differenziano sia dai metalli elastici tradizionali, sia dai materiali anelastici.

Alcuni grafici esemplificativi del comportamento a sforzo/deformazione di un metallo superelastico (NiTi) sono riportati nelle figg. 4A-4C. Come si nota bene in queste figure, le curve di carico e di scarico non sono sovrapponibili, ma presentano una isteresi più o meno pronunciata. In particolare, ad una prima fase di carico avente andamento lineare, fa seguito una seconda fase di carico a sforzo quasi costante (detto "plateau superiore") o comunque a modulo elastico molto basso. Il ciclo di scarico presenta, analogamente, una prima fase di scarico non lineare, a modulo elastico molto basso, che costituisce un "plateau" inferiore, seguita da una seconda fase di scarico lineare. Le zone di "plateau", sia nella fase di carico

che in quella di scarico, sono sostanzialmente a sforzo costante, seppure a due livelli di diversi (superiore ed inferiore) e costituiscono una peculiarità significativa di questi materiali.

Particolarmente significativo, ai fini dell'applicazione della presente invenzione, è anche il fatto che - pur seguendo una linea di isteresi, con plateau inferiore e superiore ben marcati - il modulo elastico in fase di carico rimane comunque lo stesso, con comportamento lineare, purchè ci si trovi al disotto del carico di plateau superiore.

Ciò significa che, una volta raggiunto uno sforzo massimo nel dispositivo a materiale superelastico, si può ottenere una significativa contrazione dello stesso nella fase di scarico (plateau inferiore), ma rimane disponibile un modulo elastico significativo (pari a quello disponibile sul tratto a comportamento lineare) ogni qualvolta si carichi nuovamente il dispositivo.

Secondo l'invenzione, il dispositivo di richiamo costituito da materiale superelastico viene incorporato nella pista di rotolamento o nella disposizione di ritegno, in modo da subire un'importante deformazione in fase di montaggio del sistema antislittamento sulla ruota del veicolo. Questa deformazione, porta il dispositivo ad essere caricato oltre il proprio comportamento lineare, quindi idealmente in prossimità della parte terminale del plateau di carico superiore. Facendo riferimento in via esemplificativa alla fig. 3, nella fase di montaggio si percorre il tratto superiore della curva sforzo/deformazione individuata dalla freccia L. Per calzare il sistema antislittamento sulla ruota, si esercita quindi un'azione di distensione che porta (con sforzi paragonabili o generalmente inferiori a quelli di un tensionatore elastico di tecnica nota) ad ottenere una forte deformazione del dispositivo, dal punto A al punto B, seguendo la curva superiore (freccia L). Col sistema completamente esteso, si consegue il necessario gioco degli anelli interni/esterni e/o della pista di rotolamento rispetto al pneumatico, per poter calzare comodamente il sistema sulla ruota. Rilasciando lo sforzo di estensione, il dispositivo viene scaricato e recupera la deformazione seguendo la curva inferiore (freccia U) sino al punto (ipotesi esemplificativa) C che si trova sul plateau inferiore. In questo stato, il dispositivo esercita una tensione residua (pari al carico del plateau inferiore) utile a mantenere il sistema

antislittamento saldamente calzato sul pneumatico, peraltro con una eccellente capacità di recuperare ampi giochi a fronte di riduzioni minime di carico. In questo stato, inoltre, il dispositivo è in grado di reagire a sollecitazioni di carico con un modulo elastico importante (E_3 in fig. 2), pari a quello che si ha nel tratto di curva lineare: in altre parole, dal punto C, l'andamento dello sforzo/deformazione a seguito di carico, segue la linea CD con una pendenza paragonabile a quella esistente nel tratto iniziale lineare. Se dunque sul sistema si applicano sforzi tendenti a lasciare la catena (per esempio, la tipica sollecitazione centrifuga di sollevamento, che si manifesta durante il rotolamento della ruota, o altre forze legate agli attriti ed al rotolamento), il dispositivo si oppone prontamente con un modulo elastico importante (linea C-D), atto ad impedire un rilascio o lascamento eccessivo del sistema antislittamento. Il modulo elastico sotto carico (E_3) è quindi molto più elevato che nel caso di un tradizionale elemento elastico che richieda parità di sforzo per la massima deformazione (S_1 in fig. 2).

La pendenza dei plateau è una delle caratteristiche che possono essere comunque modulate con una opportuna scelta del materiale (anche in base alle temperature di esercizio): ciò permette di regolare opportunamente il plateau superiore, in modo che se anche il dispositivo subisse un improvviso carico superiore al valore del plateau superiore (quindi superiore al valore in D) la pendenza (modulo elastico) sia sufficiente ad impedire una improvvisa ed ampia distensione del dispositivo lungo il plateau superiore.

La lega metallica del materiale superelastico viene dunque accuratamente scelta in modo da conseguire - in base ai dimensionamenti previsti del dispositivo di richiamo ed alle temperature di esercizio (dell'ordine di -25°C a $+25^{\circ}\text{C}$) - la curva sforzo/deformazione più idonea; in particolare, la curva viene scelta sulla base degli sforzi ammissibili nella fase di montaggio e per ottenere una deformazione residua, dopo montaggio, che si trovi preferibilmente nella zona di plateau inferiore della curva di scarico. Questa condizione nel diagramma sforzo/deformazione è favorevole perchè permette di recuperare una grande deformazione con piccole variazioni di forze, ben adeguandosi ai movimenti della sistema antislittamento in fase di partenza, che resta così meglio aderente al pneumatico.

A tal fine, ad esempio, si è trovato che leghe NiTi, con percentuale in Ni che varia da 50.4 a 51.50, o leghe NiTiCu, NiTiCr, sono particolarmente vantaggiose in questa applicazione.

Il dispositivo di richiamo a base di materiale superelastico può assumere una varietà di forme e collocazioni diverse all'interno del sistema antislittamento. Esso può essere inglobato in un elemento di ingombro ridotto, da interporre lungo gli anelli frontali o posteriori del sistema, oppure lungo la pista di rotolamento. In alternativa, può avere un ingombro molto più significativo, per esempio assumendo le sembianze di un vero e proprio braccio di vincolo tra cerchione e pista di rotolamento. Si intende che, da un punto di vista industriale, va poi operata una scelta di compromesso tra efficacia del dispositivo e suo costo.

A seguito di ampia sperimentazione, le Richiedenti hanno individuato che il dispositivo di richiamo di materiale superelastico può avere vantaggiosamente la forma esposta nelle figg. 5A o 5B. In particolare, un filo di materiale superelastico di piccolo diametro, per esempio 6 mm, è piegato in forma di una serpentina che si distende lungo un asse di riferimento; alle estremità sono previsti due occhielli di connessione. Un tale dispositivo può essere integrato lungo la catena circonferenziale frontale di una catena da neve tradizionale. In particolare, si può prevedere una versione corta (fig. 5B), per esempio lunga 66 mm da occhiello ad occhiello, da inserire in ciascun tratto di catena circonferenziale tra due gancetti dei gruppi romboidali del battistrada. Sulla catena vengono quindi installati tipicamente sei di questi dispositivi di richiamo secondo l'invenzione. Secondo una forma d'esecuzione alternativa, si prevede una versione lunga (fig. 5A), per esempio lunga 146 mm da occhiello ad occhiello, da installare su ciascuna semicirconferenza della catena circonferenziale frontale. In tal caso, sulla catena vengono installati due di questi dispositivi di richiamo secondo l'invenzione.

Queste forme singolari permettono vantaggiosamente di modulare i plateau e la relativa pendenza, ciò che può influire nella definizione delle forze in apertura e chiusura del dispositivo antislittamento ed al variare della temperatura di esercizio.

Si noti che, grazie alla importante deformazione tollerabile dal disposi-

tivo secondo l'invenzione, il sistema antislittamento può fare anche a meno di ulteriori elementi tensionatori di materiali elastici (quali corde elastomeriche) e, al limite, può anche essere privo di qualsiasi punto di apertura.

Come ben si comprende dalla esposizione fornita sopra, con il dispositivo secondo l'invenzione si conseguono perfettamente gli scopi esposti nelle premesse. Il comportamento elastico del dispositivo è vantaggioso durante la fase di calzatura, perchè consente di conseguire ampie deformazioni con sforzi relativamente modesti, ma è altrettanto favorevole durante il rotolamento, perchè impedisce indesiderati sollevamenti e lascamenti del sistema sotto l'azione delle forze centrifughe e di attrito.

Tramite opportuna configurazione del sistema antislittamento, si potrebbe ottenere un'ampia estensione dell'anello circonferenziale interno, in misura tale da poter calzare il sistema sulla ruota senza dover prevedere punti di apertura (analogamente a quanto avviene con i sistemi antislittamento a calza), pur impiegando elementi di connessione e pista di rotolamento in maglie di catena metallica.

S'intende comunque che l'invenzione non è limitata alle particolari configurazioni illustrate sopra, che costituiscono solo degli esempi non limitativi della portata dell'invenzione, ma che numerose varianti sono possibili, tutte alla portata di un tecnico del ramo, senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione stessa come definita dalle rivendicazioni allegate.

Ad esempio, benché si sia fatto riferimento nei disegni ad un sistema che ha un carico massimo superiore a quello di un corrispondente sistema di tecnica nota (a parità di deformazione), ciò non è vincolante e i valori effettivi di sforzi e deformazione potranno essere opportunamente definiti agendo sulla scelta della lega superelastica e sui dimensionamenti, tenendo in debita considerazione anche le temperature di esercizio del sistema.

Infine, sfruttando il principio qui insegnato, è possibile concepire un'ampia varietà di forme e configurazioni del dispositivo di richiamo, tutte ricomprese nell'ambito di protezione come definito nelle rivendicazioni qui allegate.

RIVENDICAZIONI

1) Sistema antislittamento per una ruota di un veicolo comprendente una pista di rotolamento, atta ad essere interposta tra il suolo ed il battistrada di detta ruota, ed una disposizione di ritegno atta a vincolare detta pista di rotolamento alla ruota, il sistema passando da una condizione statica inestesa ad una condizione di massima estensione durante il montaggio e poi ad una condizione di tensionamento quando stabilmente calzato sulla ruota, caratterizzato da ciò che comprende inoltre almeno un dispositivo di richiamo costituito da materiale superelastico, incorporato in detta pista di rotolamento o in detta disposizione di ritegno in posizioni in cui è sottoposto a deformazione in detta condizione di massima estensione.

2) Sistema antislittamento come in 1, in cui detto almeno un dispositivo di materiale superelastico è di un materiale metallico superelastico e dimensionato in modo tale da lavorare, in detta condizione di tensionamento, in corrispondenza o al di sotto di un relativo plateau di scarico nel relativo diagramma sforzo/deformazione.

3) Sistema antislittamento come in 1 o 2, in cui detto almeno un dispositivo di materiale superelastico è in forma di un filo sottile ripiegato in una pluralità di anse che definiscono una serpentina allineata secondo un asse, alle estremità di detto filo essendo definiti occhielli di connessione.

4) Sistema antislittamento come in una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui almeno detta pista di rotolamento e/o detta disposizione di ritegno si compongono di porzioni di catena metallica inestensibile.

Fig. 1

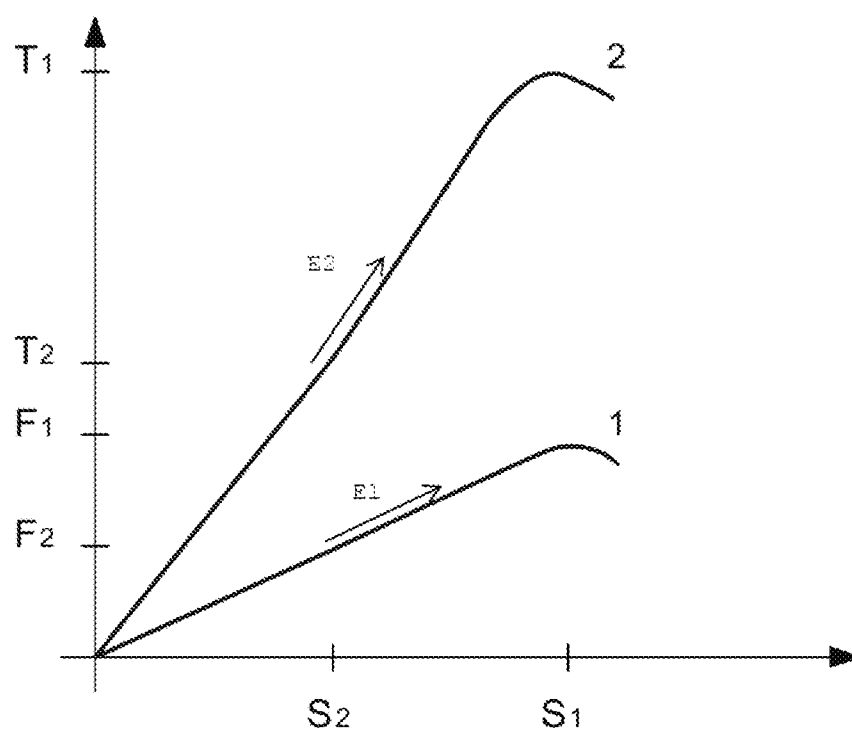
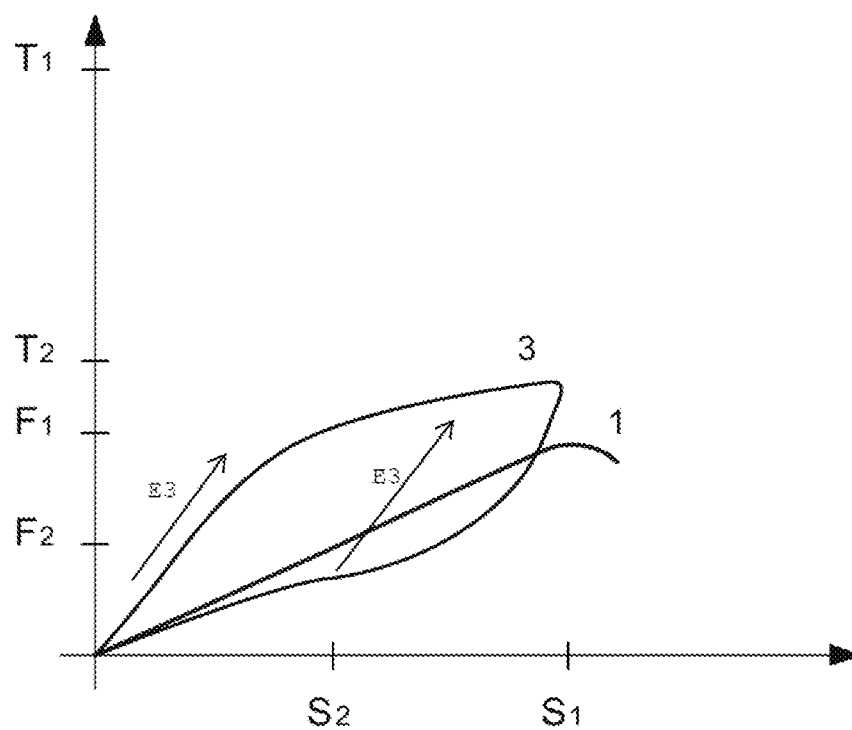


Fig. 2



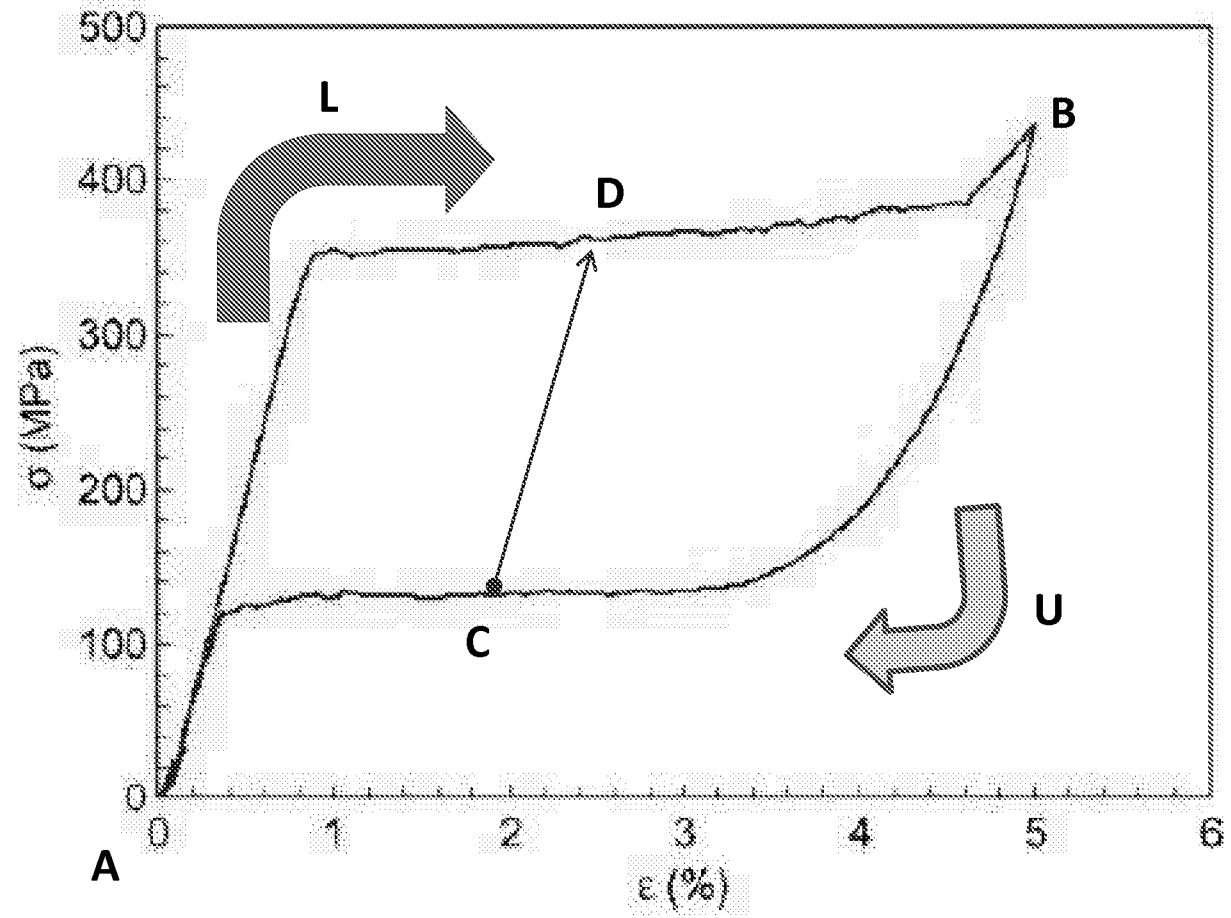


Fig. 3

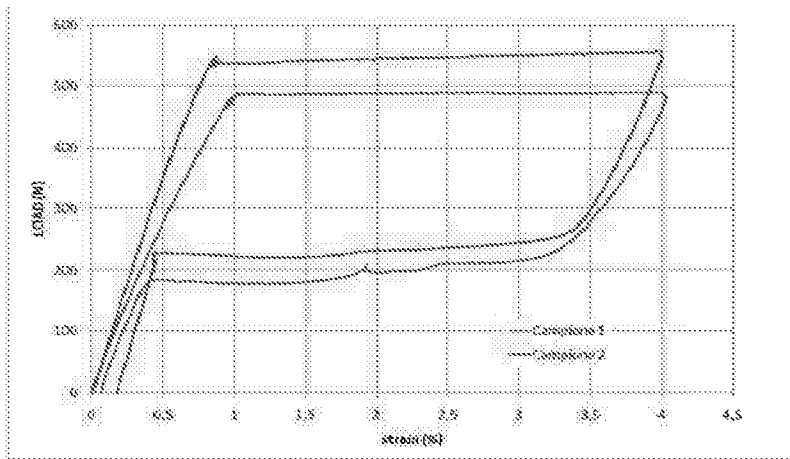


Fig. 4A

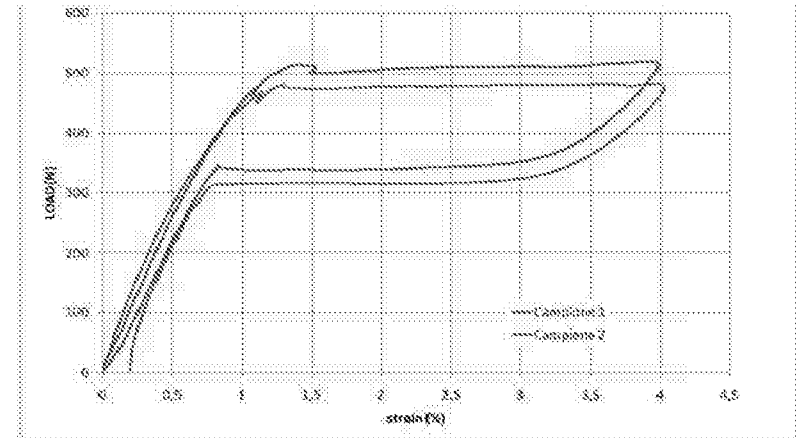


Fig. 4B

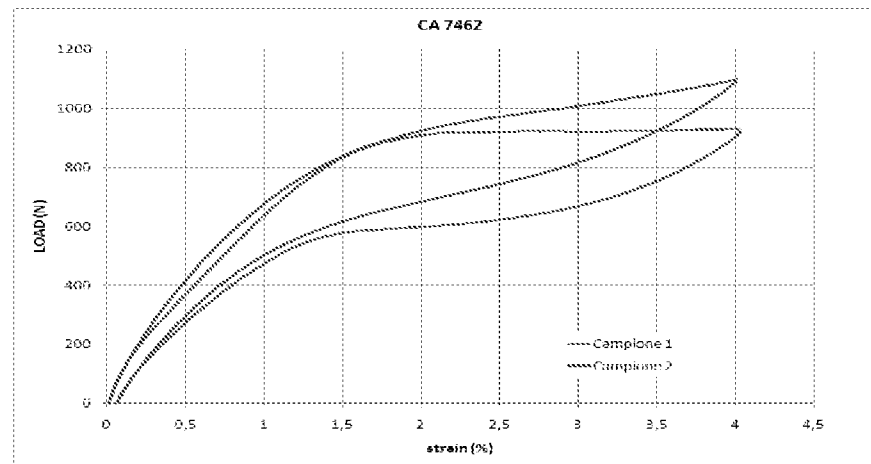


Fig. 4C

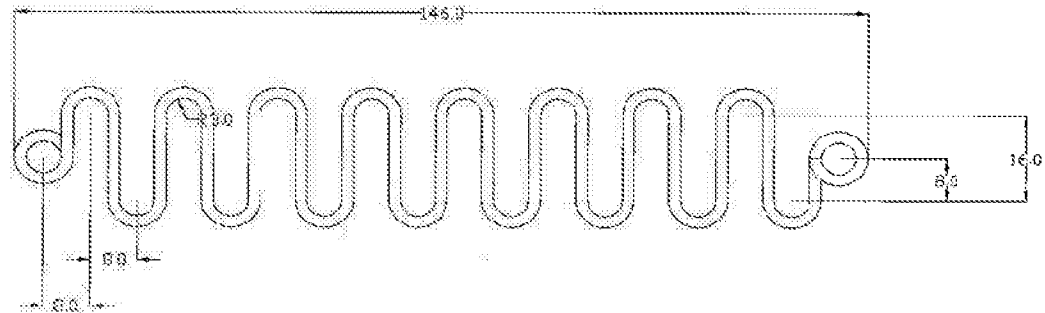


Fig. 5A

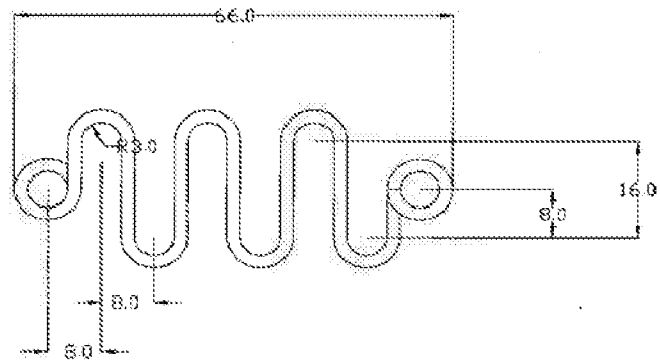


Fig. 5B