

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00138

(22) Data de depozit: 20.02.2014

(41) Data publicării cererii:
28.08.2015 BOPI nr. 8/2015

(71) Solicitant:
• SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG &
CO.KG,
INDUSTRIESTR. 1-3, HERZOGENAURACH,
DE

(72) Inventatori:
• GROZA DORU, STR.COCORILOR NR.3,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(74) Mandatar:
ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,
SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) MOTOR LINIAR PIEZOELECTRIC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un motor liniar piezoelectric și la o metodă de operare a acestuia, care poate fi utilizat la sisteme de nivelment, pentru reglarea gârzii la sol a autovehiculelor și pentru compararea diferitelor situații de sarcină. Motorul conform invenției cuprinde un suport (02) care se extinde axial, având două extremități opuse, în care la prima extremitate este dispus un inel (03) de fixare, o primă și o a doua gheară (04, 05) elastică cu câte un corp (07) de bază inelar cu o deschidere (08) în circumferință, o stivă (10, 11) piezoelectrică, care, prin activare electrică, imprimă forțe tangențiale pe extremitățile corpului (07) de bază inelar, prima gheară (04) elastică fiind dispusă pe cea de-a doua extremitate a suportului (02) imobil, axial față de acesta, iar cea de-a doua gheară (05) elastică este poziționată între inelul (03) de fixare și prima gheară (04) elastică într-o manieră deplasabilă axial, o bară (14) care se extinde prin inelul (03) de fixare, ghearele (04, 05) elastice și cel de-al doilea element (13) tip arc, într-o primă stare de alimentare cu curent a primei și/sau celei de-a doua stive (10, 11) piezoelectrice, fiind ținută prin corpul (07) de bază inelar al primei și/sau celei de-a doua gheare (04, 05) elastice, iar un grup de stive (15) piezoelectrice terțe este dispus între prima și/sau cea de-a doua gheară (04, 05) elastică și produce, prin activare electrică, o forță de împingere axială între cele două gheare.

Revendicări: 10
Figuri: 5

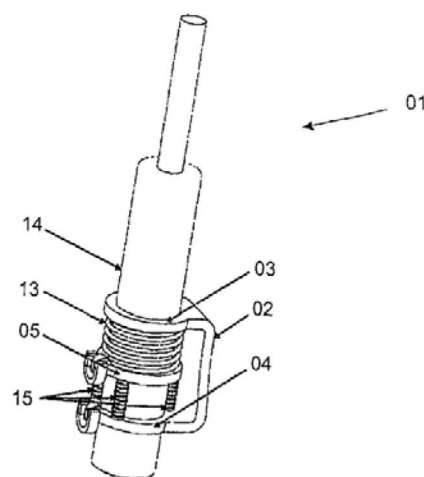


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Motor liniar piezoelectric

Prezenta invenție se referă la un motor liniar piezoelectric.

Motorul conform invenției poate fi utilizat, de exemplu, la sisteme de nivelment pentru autovehicule. Sistemele de nivelment servesc pentru reglarea gărzii la sol a autovehiculelor și pentru compararea diferitelor situații de sarcină.

Din stadiul tehnicii sunt cunoscute motoare liniare piezoelectrice pentru diverse domenii de utilizare, în particular pentru realizarea curselor de reglare și atunci când se aplică încărcături mici. Motoarele cunoscute până acum sunt cel puțin relativ scumpe, datorită tehnologiilor de finisare costisitoare, necesare pentru fabricarea lor.

În documentul US 8217553 este descris un motor liniar cu un element de trecere filetat, un arbore filetat și un sistem de antrenare. Sistemul de antrenare conține cel puțin două componente cu straturi piezoelectrice, care pun elementul în vibrație, lucru prin care arborele filetat se rotește și poate fi culisat de-a lungul axei de rotație și poate exercita asupra unei sarcini o forță axială. Ca domenii de aplicare sunt menționate sistemele de autofocalizare pentru camere.

Documentul DE 10 2008 041 452 A1 se referă la un dispozitiv de antrenare piezoelectric pentru deplasarea unei componente de vehicul, cum ar fi de exemplu o fereastră de vehicul. Dispozitivul de antrenare cuprinde cel puțin două mase active, care sunt asociate mijloacelor de frecare. Dincolo de mijloacele de frecare masele se rezemă pe o șină de ghidare. Cele două mase sunt interconectate printr-un acționator piezoelectric realizat ca stivă piezoelectrică și pot fi deplasate una față de alta de-a lungul șinei de ghidare prin intermediul acționatorului piezoelectric.

Documentul DE 44 08 618 B4 arată un echipament de reglare cu o antrenare piezoelectrică în particular pentru aparatele optice fino-mecanice. Echipamentul de reglare cuprinde cel puțin un oscilator piezoelectric, care execută o modificare a lungimii prin aplicarea tensiunilor electrice comandate diferit și alternant prin extremitatea sa liberă ajunge în conexiune activă cu un element de antrenat. Atunci când există o conexiune activă are loc un transfer al mișcării asupra elementului de antrenat. Oscilatorul piezoelectric prezintă două acționatoare, care sunt dispuse

paralel unul lângă altul și unul în spatele altuia în direcția antrenării și sunt interconectate fix pentru formarea unui element bimorf.

Din stadiul tehnicii sunt cunoscute sisteme de nivelment pentru reglajul gârzii la sol a autovehiculelor. Documentul EP 0 616 412 A1 arată un vehicul, cuprinzând o masă elastică și o masă neelasică, care sunt interconectate printr-o suspensie, precum și un traductor electromecanic controlabil pentru mișcările de-a lungul unui traseu pentru asigurarea unei forțe controlabile între masa elastică și masa neelasică, precum și un aparat de comandă pentru comanda traductorului în funcție de semnalul de comandă. La un semnal de comandă constant este menținută o forță constantă între masa elastică și masa neelasică, care este independentă de poziție sau de viteză. Traductorul electromecanic poate fi un motor multipol.

Documentul WO 2012/024596 A1 descrie un acționator mecanic, cuprinzând un motor, un aranjament cu melc, având o carcasă, o bobină filetată, rotativă printr-un motor prin intermediul piuliței filetate și dispusă în carcasă, precum și o țevă de prelungire ce se conectează cu bobina filetată, care prin rotire poate deplasa bobina filetată între o poziție de scoatere în exterior și o poziție retrasă. Acționatorul cuprinde în plus un aranjament cu lagăr pentru susținerea arborelui filetat și un sistem de lubrifiere pentru lubrifierea aranjamentului cu melc și aranjamentului cu lagăr.

Obiectivul prezentei invenții constă în asigurarea unui motor liniar piezoelectric, care poate să fie blocat în poziții intermediare, prezintă un design compact și lucrează fiabil în condiții aspre, cum ar fi fluctuații de temperatură, praf, apă, vibrații, șocuri. În plus, trebuie pusă la dispoziție o metodă pentru operarea unui astfel de motor liniar.

Pentru îndeplinirea acestui obiectiv conform invenției este realizat un motor liniar piezoelectric în conformitate cu revendicarea 1 anexată.

Motorul liniar piezoelectric conform invenției cuprinde un suport cu extremitățile îndoite. La o extremitate a suportului este dispus un inel de fixare. Motorul liniar piezoelectric mai cuprinde o primă și o a doua gheară elastică. Ambele gheare prezintă câte un corp de bază inelar neînchis pe direcție circumferențiară, având o fantă sau o deschidere. În deschidere este dispusă o stivă piezoelectrică, care face contact cu extremitățile corpului de bază, caz în care cu prima gheară elastică este asociată o primă stivă piezoelectrică și cu cea de-a doua gheară elastică este asociată o a doua stivă piezoelectrică. Ghearele prezintă în continuare

un prim element tip arc pentru preîncărcarea corpului de bază cu o forță elastică. Prima gheară elastică este dispusă pe cea de-a doua extremitate a suportului. Cea de-a doua gheară elastică se află între inelul de fixare și prima gheară elastică. Între inelul de fixare și cea de-a doua gheară elastică este dispus un al doilea element tip arc, pentru preîncărcarea celei de-a doua gheare elastice cu o forță elastică. Prin inelul de fixare, ghearele elastice și cel de-al doilea element tip arc se extinde o bară care este ținută, într-o stare de nealimentare cu curent a primei și/sau celei de-a doua stive piezoelectrice, prin corpul de bază inelar al primei și/sau celei de-a doua gheare elastice. Inelul de fixare prezintă un diametru ușor mai mare decât bara și servește pentru ghidarea barei. Între prima și/sau cea de-a doua gheară elastică este dispus un grup de stive piezoelectrice terțe, care sunt ținute pe prima gheară elastică și fac contact cu cea de-a doua gheară elastică. O sursă de energie servește pentru alimentarea primei și celei de-a doua stive piezoelectrice cu energie electrică.

Motorul liniar piezoelectric conform invenției se caracterizează printr-o construcție compactă și simplă, lucru prin care acesta prezintă chiar și în condiții aspre de mediu o înaltă securitate în funcționare. El poate fi poziționat fără probleme distanțat față de sursa de energie. Pentru alimentarea cu energie a stivelor piezoelectrice sunt necesare doar cabluri adecvate.

În starea liberă de curent a primei și celei de-a doua stive piezoelectrice există, datorită pretensionării mecanice, un ajustaj forțat între ghearele elastice și bară, și anume bara este ținută prin ghearele elastice. Prin alimentarea cu curent a stivei piezoelectrice dispuse în deschiderea ghearelor elastice stivele piezoelectrice se extind, lucru prin care pe extremitățile corpului de bază inelar este exercitată o forță, care lărgiște corpul de bază și elimină astfel ajustajul forțat între ghearele elastice și bară. În formele de realizare ar fi desigur posibil chiar la funcționare inversată, și anume în stare liberă de curent ghearele să fie lărgite și în stare de alimentare cu curent ajustajul forțat să fie realizat în raport cu bara.

Pentru deplasarea barei, prima și cea de-a doua stivă piezoelectrică sunt alimentate de curent în mod alternant. Mai mult, stivele piezoelectrice terțe la momentul de timp corespondent sunt la fel alimentate de curent. Traseul de deplasare parcurs în timpul unei operații de ridicare este determinat prin ridicarea stivelor piezoelectrice terțe. La operația de coborâre, traseul de deplasare parcurs al barei cu o forță ce acționează în sens opus direcției de coborâre este la fel determinat prin ridicarea stivelor piezoelectrice terțe. Prin scăderea tensiunii ce

servește pentru încărcarea stivelor piezoelectrice terțe, traseul de deplasare al barei poate fi micșorat în timpul unei singure operații de ridicare respectiv coborâre, lucru prin care sunt necesare mai multe operații de ridicare respectiv coborâre pentru ridicarea respectiv coborârea completă a barei. În mod adecvat, tensiunea ce servește pentru încărcarea stivelor piezoelectrice terțe poate fi crescută, lucru prin care sunt necesare mai puține operații de ridicare respectiv coborâre. Cu motorul liniar piezoelectric conform invenției pot fi realizate astfel operații de ridicare respective coborâre multi-trepte, puțin costisitoare.

Conform unei forme avantajoase, de realizare inelul de fixare și prima gheară elastică sunt formate pe extremitățile opuse reciproc ale suportului, lucru prin care este posibilă o finisare convenabilă ca preț.

Într-o formă practică de realizare, din deschiderea corpului de bază al primei și celei de-a doua gheare elastice, pe ambele părți, se extinde spre exterior câte o muchie. Primul element tip arc se cuplează cu această muchie pentru fixarea ghearelor elastice pe bară.

Pentru primul element tip arc s-a dovedit a fi avantajoasă o configurare ca un arc în potcoavă. Cel de-al doilea element tip arc este de preferință un arc în spirală.

S-a dovedit a fi avantajos atunci când motorul liniar piezoelectric cuprinde un microcontroler pentru comanda curentului alimentat stivelor piezoelectrice. Prin aceasta curentul alimentat stivelor piezoelectrice poate fi adaptat într-o manieră ieftină conform cerințelor respective.

Motorul liniar piezoelectric conform invenției este în mod avantajos o componentă a unui sistem de nivelment pentru reglarea gărzii la sol a unui autovehicul. El poate însă găsi ușor utilizare și în alte domenii de aplicație. Ar fi de exemplu posibile aplicațiile în construcțiile miniere, acolo unde motorul liniar ar putea fi utilizat la mecanismele de transport ale aparatele de forare.

Pentru îndeplinirea obiectivului conform invenției mai servește și o metodă pentru operarea unui motor liniar piezoelectric conform revendicării 8 sau 9. Metoda conform revendicării 8 servește pentru executarea unei operații de ridicare și cuprinde următoarele etape menționate. Mai întâi are loc desfacerea primei gheare elastice de pe bară prin alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice. Apoi stivele piezoelectrice terțe sunt alimentate cu curent. Ca urmare, stivele piezoelectrice terțe se extind și exercită astfel o forță, ce acționează în sens opus forței elastice a celui de-al doilea element tip arc, asupra celei de-a doua gheare

elastice. Întrucât între a doua gheară elastică și bară există un ajustaj forțat, cea de-a doua gheară elastică și bara se mișcă împreună în sens opus direcției de acționare a forței elastice a celui de-al doilea element tip arc. Mișcarea de deplasare efectuată a barei și celei de-a doua gheare elastice este dependentă de cursa stivelor piezoelectrice terțe. În continuare prima gheară elastică este fixată pe bară, încheindu-se alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice. Acum are loc desfacerea celei de-a doua gheare elastice de pe bară prin alimentarea cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice. Apoi alimentarea cu curent a celei de-a treia stive piezoelectrice este încheiată, lucru prin care cea de-a doua gheară elastică este readusă în poziția sa inițială prin intermediul celui de-al doilea element tip arc. Apoi ajustajul forțat este din nou realizat între a doua gheară elastică și bară, încheindu-se alimentarea cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice. Etapele descrise pot fi repetate de mai multe ori, pentru a face posibilă o ridicare completă a barei, într-o manieră treptată.

Metoda conform revendicării 9 servește la realizarea unei operații de coborâre, caz în care, cu o forță ce acționează în direcția de coborâre, are loc o desfacerea a primei și celei de-a doua gheare elastice de pe bară prin alimentarea cu curent a primei și celei de-a doua stive piezoelectrice. În acest caz bara va fi coborâtă complet datorită forței aplicate. În cazul prezenței unei forțe ce acționează în sens opus direcției de coborâre, în timpul operației de coborâre sunt desfășurate următoarele etape descrise. Într-o primă etapă, cea de-a doua gheară elastică este desfăcută de pe bară prin alimentarea cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice. În continuare sunt alimentate cu curent stivele piezoelectrice terțe, lucru prin care cea de-a doua gheară elastică este deplasată împotriva forței elastice a celui de-al doilea element tip arc. Cea de-a doua gheară elastică este fixată pe bară prin încheierea alimentării cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice asociate. Are loc acum o desfacere a primei gheare elastice de pe bară prin alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice. Alimentarea cu curent a celei de-a treia stive piezoelectrice este apoi încheiată, lucru prin care bara este deplasată împreună cu cea de-a doua gheară elastică pe baza forței elastice a celui de-al doilea element tip arc. Apoi ajustajul forțat este din nou realizat între prima gheară elastică și bară, încheindu-se alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice. Etapele descrise pot fi repetate de mai multe ori, pentru a face posibilă o coborâre completă a barei, într-o manieră treptată.

Forme preferate de realizare a invenției sunt explicate mai detaliat în cele ce urmează, pe baza figurilor anexate. Se arată:

Fig. 1 o vedere în perspectivă a unui motor liniar piezoelectric conform invenției;

Fig. 2 o vedere în perspectivă a unui suport cu gheare elastice și inel de fixare;

Fig. 3 o vedere de ansamblu tabelară cu o schemă de alimentare a stivelor piezoelectrice în timpul unei operații de ridicare;

Fig. 4 o vedere de ansamblu tabelară cu o schemă de alimentare a stivelor piezoelectrice în timpul unei operații de coborâre;

Fig. 5 o schemă electrică de principiu a unui circuit electric de alimentare pentru motorul liniar piezoelectric conform invenției.

Alcătuirea motorului liniar piezoelectric conform invenției este descrisă în cele ce urmează, în legătură cu Fig.1 și Fig.2. Un motor liniar piezoelectric **01** conform invenției cuprinde un suport cu extremitățile îndoite. Pe prima extremitate a suportului **02** este dispus un inel de fixare **03**. Cea de-a doua extremitate a suportului **02** prezintă o primă gheară elastică **04**. Inelul de fixare **03** și prima gheară elastică **04** sunt poziționate imobile între ele, fiind realizate de preferință dintr-o singură bucată cu suportul **02**. O a doua gheară elastică **05** este poziționată între inelul de fixare **03** și prima gheară elastică **04**, însă fără o legătură fixă cu suportul. Inelul de fixare **03** și ghearele **04**, **05** sunt aliniate axial una față de alta, în așa manieră încât centrele lor se află pe o axă longitudinală comună.

Ambele gheare elastice **04**, **05** sunt adecvat construite. Ele au un corp de bază **07** din material elastic cu o deschidere **08**. Prin imprimarea unei forțe de reglare tangențiale, lărgimea deschiderii într-o zonă elastică poate fi modificată, lucru prin care secțiunea transversală efectivă a ghearelor inelare se modifică. Dacă forța de reglare imprimată lipsește, gheara se întoarce în starea sa de repaus datorită unei forțe elastice imprimate sau inerente.

În forma reprezentată de realizare, muchiile **09** se extind spre exterior din deschiderea **08**, pe ambele părți. În deschiderea **08** este dispusă o stivă piezoelectrică, caz în care prima gheară elastică **04** este asociată o primă stivă piezoelectrică **10** și cu cea de-a doua gheară elastică **05** este asociată o a doua stivă

piezoelectrică **11**. Această stivă piezoelectrică **10, 11** face contact cu muchiile **09** ale corpului de bază **07**. Cu muchiile **09** este conectat într-o manieră activă un prim element tip arc **12**. Primul element tip arc **12** este realizat ca un arc în potcoavă și imprimă o forță de readucere ce se cuplează eventual tangențial.

Între inelul de fixare **03** și cea de-a doua gheară elastică **05** este dispus un al doilea element tip arc **13** realizat ca un arc spiralat. Cel de-al doilea element tip arc **13** servește pentru preîncărcarea celei de-a doua gheare elastice **05** cu o forță elastică în direcție axială. Prin inelul de fixare **03**, ghearele elastice **04, 05** și cel de-al doilea element tip arc **13**, se extinde o bară **14**. Într-o primă stare de nealimentare cu curent a primei și/sau celei de-a doua stive piezoelectrice **10, 11** există o conexiune de presare între ghearele elastice **04, 05** și bara **14**. Inelul de fixare **03** prezintă un diametru interior puțin mai mare decât bara **14** și servește pentru ghidajul barei **14**.

Între prima și/sau cea de-a doua gheară elastică **04, 05** este dispus un grup de stive piezoelectrice terțe **15**. Stivele piezoelectrice terțe **15** sunt distribuite împărțite uniform pe circumferință. Ele sunt ținute pe prima gheară elastică **04** și fac contact cu a doua gheară elastică **05**. Pentru alimentarea cu energie a stivelor piezoelectrice **10, 11, 15** este utilizată o sursă de energie **17** (vezi Fig.5). Întregul aranjament poate fi încadrat de o carcasă (neilustrată).

Motorul liniar piezoelectric conform invenției funcționează după cum urmează. Mai întâi vor fi explicate etapele de metodă ce se desfășoară pe parcursul unei operații de ridicare. Prima stivă piezoelectrică **10** este alimentată cu curent. Ca urmare, prima stivă piezoelectrică **10** se dilată, lucru prin care este exercitată o forță opusă forței elastice a primului element tip arc **12** asupra muchiilor **09** ale corpului de bază inelar **07** al primei gheare elastice **04**. Corpul de bază inelar **07** se lărgeste, astfel că ajustajul forțat existent anterior între bara **14** și corpul de bază **07** este ridicat. Prima gheară elastică **04** este acum desfăcută. Bara **14** este ținută doar de cea de-a doua gheară elastică **05**.

Într-o a doua etapă, stivele piezoelectrice terțe **15** sunt alimentate cu curent. Stivele piezoelectrice terțe **15** se extind. Ca urmare, este exercitată o forță, care acționează în sens opus forței elastice a celui de-al doilea element tip arc **13**, asupra celei de-a doua gheare elastice **05**. Întrucât a doua gheară elastică **05** și bara **14** sunt interconectate fix, a doua gheară elastică **05** și bara **14** se deplasează împreună în sens opus forței elastice a celui de-al doilea element tip arc **13**, către în sus. Mișcarea de deplasare corespunde ridicării stivelor piezoelectrice terțe **15**.

În etapa următoare, prima gheară elastică **04** este fixată pe bara **14**, încheindu-se alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice **10**. Ca urmare, prima stivă piezoelectrică **10** se comprimă. Corpul de bază inelar **07** al primei gheare elastice **04** este împins pe bara **14** prin intermediul primului element tip arc **12**, care se cuplează la muchiile **09** ale corpului de bază inelar **07**. Prima gheară elastică **04** este acum din nou fixată, și anume stă într-o manieră nedeplasabilă pe bara **14**. Bara **14** este ținută de prima și de cea de-a doua gheară elastică **04, 05**.

În continuare cea de-a doua gheară elastică **05** este desfăcută de pe bara **14** prin alimentarea cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice **11**. Bara **14** este ținută încă doar de prima gheară elastică **04**. Apoi, este încheiată alimentarea cu curent a stive piezoelectrice terțe **15**. Ca urmare, stivele piezoelectrice terțe **15** se comprimă din nou. A doua gheară elastică **05** este readusă în poziția sa inițială prin intermediul celui de-al doilea element tip arc **13**. În final, a doua gheară elastică **05** este fixată iar pe bara **14**, încheindu-se alimentarea cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice **11**. Bara **14** este ținută din nou de ambele gheare elastice **04, 05**.

Prin mai multe repetări ale etapelor de metodă descrise, bara **14** poate fi ridicată într-o manieră treptată. Prin scăderea tensiunii ce servește pentru încărcarea stivelor piezoelectrice terțe **15** poate fi redusă mișcarea de deplasare efectuată în timpul operațiilor de ridicare individuale, lucru prin care sunt necesare mai multe operații de ridicare pentru ridicarea completă a barei **14**. Invers, prin creșterea tensiunii ce servește pentru încărcarea stivelor piezoelectrice terțe **15** poate fi obținut efectul contrar, și anume mișcarea de deplasare a barei **14** efectuată în timpul unei operații de ridicare s-ar mări.

În cele ce urmează va fi explicată operația de coborâre. Mai întâi trebuie făcută diferența dacă este prezentă o forță ce acționează în direcția de coborâre, de exemplu forța de greutate la sistemele de nivelment. În acest caz, prima și a doua gheară elastică **04, 05** sunt desfăcute, după care bara **14** coboară complet datorită forței externe ce acționează asupra ei.

În caz că este prezentă o forță ce acționează în sens opus direcției de coborâre, se desfășoară următoarele etape descrise. Într-o primă etapă, cea de-a doua gheară elastică **05** este desfăcută de pe bara **14** prin alimentarea cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice **11**. Bara **14** este încă ținută acum doar de prima gheară elastică **04**. În continuare sunt alimentate cu curent stivele piezoelectrice terțe **15** și ca urmare ele se extind. Drept consecință, cea de-a doua

gheară elastică **05** este deplasată împotriva forței elastice a celui de-al doilea element tip arc **13**. Cea de-a doua gheară elastică este fixată din nou pe bara **14** prin încheierea alimentării cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice **11**. Bara **14** este astfel din nou ținută de ambele gheare elastice **04**, **05**. În continuare, prima gheară elastică **04** este desfăcută de pe bara **14** prin alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice **10**. Bara **14** este încă ținută acum doar de a doua gheară elastică **05**. Are loc acum o încheiere a alimentării cu curent a stivelor piezoelectrice terțe **15**. Astfel, bara **14** este deplasată spre în jos împreună cu cea de-a doua gheară elastică **05** pe baza forței elastice a celui de-al doilea element tip arc **13**. În continuare este încheiată alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice **10** a primei gheare elastice **04**, lucru prin care aceasta va deveni adiacentă din nou cu bara **14**. Bara **14** este ținută din nou de ambele gheare elastice **04**, **05**.

Prin mai multe repetări ale etapelor de metodă descrise, bara **14** poate fi coborâtă într-o manieră treptată. Pentru operația de coborâre se aplică în mod normal de asemenea faptul că prin coborârea tensiunii ce servește pentru încărcarea stivelor piezoelectrice terțe **15** poate fi redusă mișcarea de deplasare efectuată în timpul operațiilor de coborâre individuale, lucru prin care sunt necesare mai multe operații de coborâre pentru ridicarea completă a barei **14**. Invers, prin ridicarea tensiunii ce servește pentru încărcarea stivelor piezoelectrice terțe **15**, poate fi obținut efectul contrar, și anume mișcarea de deplasare a barei **14** efectuată în timpul unei operații de coborâre s-ar mări.

Fig. 3 arată o vedere de ansamblu tabelară cu o schemă de alimentare cu curent a stivelor piezoelectrice în timpul unei operații de ridicare. În timp ce în starea „0” nu are loc alimentarea cu curent a stivelor piezoelectrice respective **10**, **11**, **15**, în starea „1” are loc o alimentare cu curent.

Fig. 4 arată o vedere de ansamblu tabelară cu o schemă de alimentare a stivelor piezoelectrice în timpul unei operații de coborâre.

Fig. 5 arată o schemă electrică de principiu a unui circuit electric de alimentare pentru motorul liniar piezoelectric conform invenției. Stivele piezoelectrice **10**, **11**, **15** sunt deservite de o sursă de energie **17** cu energie electrică. Întrucât stivele piezoelectrice **10**, **11**, **15** au nevoie de tensiuni înalte, la sursa de energie **17** este racordat un amplificator de tensiune **18**. Curentul este controlat printr-un microcontroler **19** și o serie de porți de acces **a**, **b**, **c**.

Lista semnelor de referință

- 01 motor liniar piezoelectric
- 02 suport
- 03 inel de fixare
- 04 prima gheară elastică
- 05 a doua gheară elastică
- 06 –
- 07 corp de bază inelar
- 08 deschidere
- 09 muchii
- 10 prima stivă piezoelectrică a primei gheare elastice
- 11 a doua stivă piezoelectrică a celei de-a doua gheare elastice
- 12 primul element tip arc
- 13 al doilea element tip arc
- 14 bară
- 15 stive piezoelectrice terțe
- 16 –
- 17 sursă de energie
- 18 amplificator de tensiune
- 19 microcontroler

Revendicări

1. Motor liniar piezoelectric (01) cuprinzând:

un suport (02) ce se extinde axial având două extremități opuse, în care la prima extremitate este dispus un inel de fixare (03),

o primă și o a doua gheară elastică (04, 05) cu câte

- un corp de bază inelar (07) cu o deschidere (08) în circumferință,

- o stivă piezoelectrică (10, 11), care, prin activare electrică, imprimă forțe tangențiale pe extremitățile corpului de bază (07), în care cu prima gheară elastică (04) este asociată o primă stivă piezoelectrică (10) și cu cea de-a doua gheară elastică (05) este asociată o a doua stivă piezoelectrică,

- un prim element tip arc (12) pentru preîncărcarea corpului de bază (07) cu o forță elastică tangențială,

- în care prima gheară elastică (04) este dispusă pe cea de-a doua extremitate a suportului (02) imobil axial față de acesta și cea de-a doua gheară elastică (05) este poziționată între inelul de fixare (03) și prima gheară elastică (04) într-o manieră deplasabilă axial;

- un al doilea element tip arc (13) dispus între inelul de fixare (03) și cea de-a doua gheară elastică (05), pentru preîncărcarea celei de-a doua gheare elastice (05) cu o forță elastică în direcție axială;

- o bară (14) ce se extinde prin inelul de fixare (03), ghearele elastice (04, 05) și cel de-al doilea element tip arc (13), care, într-o primă stare de alimentare cu curent a primei și/sau celei de-a doua stive piezoelectrice (10, 11), este ținută prin corpul de bază inelar (07) al primei și/sau celei de-a doua gheare elastice (04, 05);

- un grup de stive piezoelectrice terțe (15), care sunt dispuse între prima și/sau cea de-a doua gheară elastică (04, 05) și produc, prin activare electrică, o forță de împingere axială între cele două gheare.

2. Motor liniar piezoelectric (01) conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** inelul de fixare (03) și prima gheară elastică (04) sunt formate pe extremitățile opuse reciproc ale suportului (02).

3. Motor liniar piezoelectric (01) conform revendicării 1 sau 2, **caracterizat prin aceea că** din deschiderea (08) corpului de bază (07) al primei și celei de-a doua gheare (04, 05), pe ambele părți, se extinde spre exterior câte o muchie (09), caz în care primul element tip arc (12) se cuplează cu aceste muchii (09).

4. Motor liniar piezoelectric (01) conform uneia din revendicările 1 la 3, **caracterizat prin aceea că** primul element tip arc (12) este un arc de tip potcoavă.

5. Motor liniar piezoelectric (01) conform uneia din revendicările 1 la 4, **caracterizat prin aceea că** cel de-al doilea element tip arc (13) este un arc în spirală.

6. Motor liniar piezoelectric (01) conform uneia din revendicările 1 la 5, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde o sursă de energie electrică (17) și un microcontroler (19) pentru comanda curentului alimentat stivelor piezoelectrice (10, 11, 15).

7. Motor liniar piezoelectric (01) conform uneia din revendicările 1 la 6, **caracterizat prin aceea că** acesta este o componentă a unui sistem de nivelment pentru reglarea gârzii la sol a unui autovehicul.

8. Metodă pentru operarea unui motor liniar piezoelectric (01) conform uneia din revendicările 1 la 7, cu următoarele etape pentru executarea operației de ridicare:

- desfacerea primei gheare elastice (04) de pe bară (14) prin alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice (10);

- alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice (10), lucru prin care bara (14) este deplasată împreună cu cea de-a doua gheară elastică (05) împotriva forței elastice a celui de-al doilea element tip arc (13);

- fixarea primei gheare elastice (04) pe bară (14) prin încheierea alimentării cu curent a primei stive piezoelectrice (10);

- desfacerea celei de-a doua gheare elastice (05) de pe bară (14) prin alimentarea cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice (11);

- încheierea alimentării cu curent a stivelor piezoelectrice terțe(15) și întoarcerea celei de-a doua gheare elastice (05) în poziția sa inițială prin intermediul celui de-al doilea element tip arc (13);

- fixarea celei de-a doua gheare elastice (05) pe bară (14) prin încheierea alimentării cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice (11);

9. Metodă pentru operarea unui motor liniar piezoelectric (01) conform uneia din revendicările 1 la 7, pentru executarea unei operații de coborâre, în care cu o forță ce acționează în direcția de coborâre are loc o desfacere a primei și/sau celei de-a doua gheare elastice (04, 05) de pe bară (14) prin alimentarea cu curent a primei și celei de-a doua stive piezoelectrice (10, 11) și cu o forță ce acționează în sens opus direcției de coborâre sunt desfășurate următoarele etape:

- desfacerea celei de-a doua gheare elastice (05) de pe bară (14) prin alimentarea cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice (11);

- alimentarea cu curent a stivelor piezoelectrice terțe (15), lucru prin care cea de-a doua gheară elastică (05) este deplasată împotriva forței elastice a celui de-al doilea element tip arc (13);

- fixarea celei de-a doua gheare elastice (05) pe bară (14) prin încheierea alimentării cu curent a celei de-a doua stive piezoelectrice (11);

- desfacerea primei gheare elastice (04) de pe bară (14) prin alimentarea cu curent a primei stive piezoelectrice (10);

- încheierea alimentării cu curent a stivelor piezoelectrice terțe (15), lucru prin care bara (14) este deplasată împreună cu cea de-a doua gheară elastică (05) pe baza forței elastice a celui de-al doilea element tip arc (13);

- fixarea primei gheare elastice (04) pe bară (14) prin încheierea alimentării cu curent a primei stive piezoelectrice (10);

10. Metodă conform revendicării 8 sau 9, **caracterizată prin aceea că** pentru ridicarea respectiv coborârea completă a barei (14) - cu o forță ce acționează în direcția de coborâre – metoda se repetă de mai multe ori.

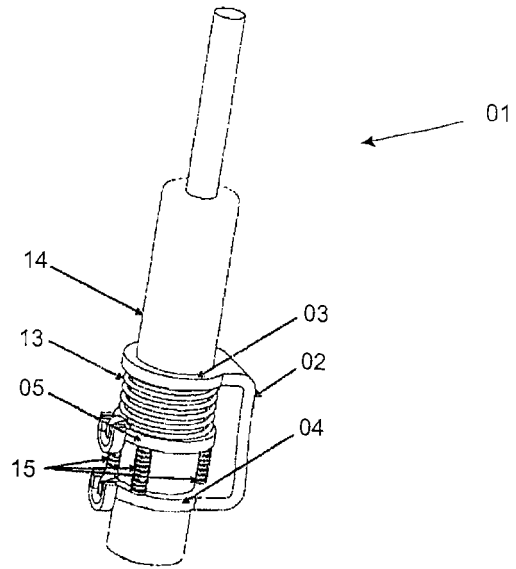


Fig. 1

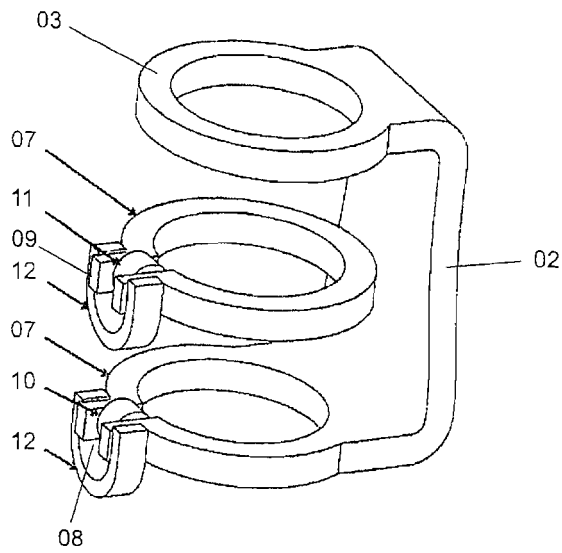


Fig. 2

Stivă piezoelectrică	Stare					
15	0	0	1	1	1	0
11	0	0	0	0	1	1
10	0	1	1	0	0	0

Fig. 3

Stivă piezoelectrică	Stare					
15	0	0	1	1	1	0
11	0	1	1	0	0	0
10	0	0	0	0	1	1

Fig. 4

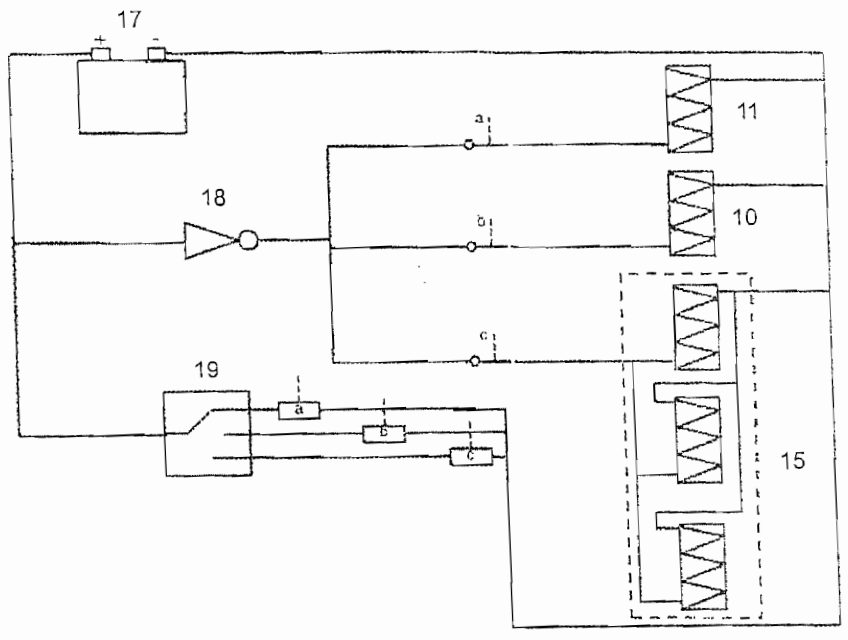


Fig. 5