



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01017**

(22) Data de depozit: **27/10/2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/10/2018** BOPI nr. **10/2018**

(41) Data publicării cererii:  
**29/06/2012** BOPI nr. **6/2012**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ  
"GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI,**  
BD. PROF. DIMITRIE MANGERON NR.67,  
IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:  
• **HORODINĂ MIHĂȚĂ,**  
STR. SILVESTRU STRĂPUNGERE NR. 28,  
SC.A, ET.6, BL. CL. 7, AP. 2, IAȘI, IS, RO;  
• **SEGHEDIN NECULAI-EUGEN,**  
STR.CARPAȚI NR.13, BL.655, SC.A, ET.4,  
AP.19, IAȘI, IS, RO;

• **CARATA EUGEN,**  
BD. ȘTEFAN CEL MARE ȘI SFÂNT NR.10,  
BL.B1, SC.C, ET.3, AP.7, IAȘI, IS, RO;  
• **CHITARIU DRAGOȘ, STR. VASILE LUPU**  
NR.122, BL.B6, SC.B, ET.2, AP.4, IAȘI, IS,  
RO;  
• **FILIPOAIA CLAUDIU,**  
STR.EMIL RACOVIȚĂ NR.11, BL.1, SC.A,  
AP.2, BRAȘOV, BV, RO;  
• **BOCA MIHAI, ȘOSEAUA NICOLINA**  
NR. 41, BL. 966 A, SC. A, ET. 1, AP. 8, IAȘI,  
IS, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**FR 2757440 A1; RO 125589 A2;**  
**US 6240799 B1**

(54) **SISTEM DE MICROPOZIȚIONARE, MICROORIENTARE  
ȘI MICRODEPLASARE CU ȘASE GRADE DE LIBERTATE**



# RO 127506 B1

1 Invenția se referă la un sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu  
șase grade de libertate, utilizat pentru captarea-descrierea vibrațiilor (funcționare ca accelero-  
3 metru), amortizare activă sau pasivă a structurilor, inducerea vibrațiilor (funcționare ca excitator  
modal), pentru operațiuni de prelucrare, control și manipulare în domeniile mecanicii fine, opticii,  
5 microelectronicii, microbiologiei etc.

Sunt cunoscute platformele Gough-Stewart [1] ca sisteme mecatronice de poziționare-  
7 deplasare cu șase grade de libertate. Acestea sunt constituite [2, 3] dintr-un platou inferior (de  
referință), unul superior (deplasabil, mobil) și șase elemente active, acționate independent  
9 (electric, pneumatic sau hidraulic). Fiecare element activ are în general o configurație cilindrică,  
cu lungime variabilă controlat, și este atașat la platoul inferior, respectiv cel superior, prin  
11 intermediul a câte unei articulații sferice, cardanice sau echivalente. Cea mai utilizată arhitectură  
de dispunere a elementelor active în cadrul platformelor este cea cubică.

13 Pentru aplicații de micropoziționare, microorientare și microdeplasare, sunt cunoscute  
soluții constructive de platforme Gough-Stewart în arhitectură cubică cu origine autogenerată  
15 a platoului mobil [4], fiecare element activ fiind acționat prin intermediul unui sistem piezoelectric  
cu funcție duală, actuator și senzor (se folosește efectul piezoelectric invers și direct). Sistemul  
17 piezoelectric este alcătuit dintr-o structură mecanică suport și o structură piezoelectrică.  
Structura mecanică suport conține structura piezoelectrică și asigură prestrângerea și  
19 amplificarea [5] efectului piezoelectric. Dezavantajul principal al acestor soluții constructive de  
platforme este acela că fiecare din cele șase elemente active are o construcție complicată,  
21 conținând câte un sistem piezoelectric, două articulații elastice, elemente de legătură și montaj  
între componente și în ansamblu. Apar implicații negative legate de costul execuției, asigurarea  
23 preciziei și fiabilitatea exploatarei.

Se cunoaște documentul **FR 2757440 A1**, în care este dezvoltat un dispozitiv de tip  
25 „platformă STEWART”, utilizat în domeniul balanțelor aerodinamice sau al platformelor  
vibratoare cu posibilitate de calcul în timp real, constituit dintr-o placă de bază și o platformă  
27 superioară, care pot avea forma unor discuri sau a altor forme geometrice preferate, și șase  
picioare telescopice rigide, articulate de placa de bază și platforma superioară prin intermediul  
29 unor articulații sferice, și care converg în perechi, alternativ către bază sau către platforma  
superioară, aceste picioare telescopice putând fi motrice sau receptoare și cuplate la mijloace  
31 de măsurare a variabilelor de-a lungul lungimii dintre centrele corespondente.

Se mai cunoaște și documentul **RO 125589 A2** care dezvoltă un sistem de poziționare  
33 robotic multihexapodal, destinat poziționărilor cu șase grade de libertate, alcătuit din niște  
module hexapodale identice, unite succesiv prin câte trei elemente de legătură, fiecare modul  
35 fiind compus dintr-o platformă fixă și una mobilă, unite prin niște module de translație  
reprezentând șase picioare de lungime variabilă, fiecare modul de translație fiind compus dintr-  
37 un motor electric liniar, montat pe un suport, dintr-un adaptor pe care se fixează un rulment  
radial, montat într-o casetă, modulul de translație fiind fixat pe o platformă fixă și pe una mobilă  
39 prin intermediul a două cuplaje cardanice, inferioare, respectiv superioare, suportul asigurând  
coaxialitatea între arborele motorului liniar și cuplajele cardanice.

41 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem de  
micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate cu un grad de  
43 precizie ridicat, concomitent cu o construcție mecanică monobloc.

Sistemul de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de  
45 libertate conform invenției este format din două platouri (unul de referință, unul mobil), și un  
suport mecanic monobloc plasat între acestea. Suportul mecanic monobloc materializează  
47 structura mecanică suport pentru structura piezoelectrică pentru toate cele șase elemente  
active, cele douăsprezece articulații elastice ale acestora (fiecare dintre ele cu două grade de

# RO 127506 B1

libertate, fără joc), precum și toate elementele de legătură, conform arhitecturii cubice. Suportul mecanic monobloc se solidarizează cu fiecare dintre cele două platouri prin intermediul a câte trei asamblări demontabile cu șurub și gaură filetată. În suportul mecanic monobloc se materializează toate deformațiile elastice aferente funcționării sistemului de micropoziționare conform invenției. Suportul mecanic monobloc nu conține niciun element de asamblare mecanică permanentă sau demontabilă, fiind realizat din semifabricat prin procedee tehnologice care presupun exclusiv prelevare de material. Structurile mecanice suport pentru structurile piezoelectrice aferente fiecărui element activ sunt realizabile în două variante. O primă variantă asigură prestrângerea și amplificarea mecanică a deformației structurii piezoelectrice, o a doua variantă asigură numai prestrângere. Prima variantă asigură deplasări relativ mari ale platoului mobil pe fiecare dintre cele șase grade de libertate, dar rigiditatea sistemului de poziționare este limitată superior. A doua variantă asigură deplasări relativ mici ale platoului mobil, însă o rigiditate foarte mare a sistemului.

Invenția poate fi exploatată industrial, sistemul de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate având întrebuintări multiple, în regim dinamic și static. În regim dinamic, poate fi utilizată ca sistem pentru amortizare activă și pasivă a vibrațiilor. În acest caz, structurile piezoelectrice din cadrul sistemului sunt utilizate pentru disiparea energiei modale prin aport extern de putere modală negativă generată activ (cu sursă), pasiv (cu șunturi [6]: circuite serie  $R-L$ , rezistență-inductanță) sau semiactiv (cu șunt și inductanță materializată electronic [6]). Un alt mod de exploatare industrială a invenției în regim dinamic poate fi legat de utilizarea ca sistem de inducere a vibrațiilor (excitator modal). În acest caz structurile piezoelectrice sunt alimentate cu surse de putere modală pozitivă, generată activ. Un alt mod de exploatare industrială a invenției în regim dinamic este legat de utilizarea ca traductor de forțe și momente (numai componentele variabile armonic) aferente celor șase grade de libertate. În acest caz, forțele și momentele se aplică asupra platoului mobil (platoul de referință fiind fix) și se măsoară prin potențialele generate pe electrozii structurilor piezoelectrice. Un alt mod de exploatare industrială a invenției în regim dinamic este legat de utilizarea ca traductor de accelerație cu șase grade de libertate. În acest caz, se măsoară accelerația structurii pe care se plasează platoul de referință (numai componentele variabile armonic, prin potențialele generate pe electrozii structurilor piezoelectrice), pe platoul mobil fiind amplasat un corp cu masă și momente de inerție mare. Invenția mai poate fi utilizată în regim static pentru operațiuni de prelucrare, control și manipulare în domeniile mecanicii fine, opticii, microelectronicii, microbiologiei etc. În acest caz, conform modelului cinematic direct, se aplică asupra structurilor piezoelectrice tensiuni continue sau variabile, care produc deformații elastice reversibile ale elementelor active (alungiri sau comprimări) regăsite în deplasarea/poziția/traiectoria platoului mobil față de platoul de referință (funcționare ca robot paralel cu șase grade de libertate).

Sistemul de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- simplificare constructivă a elementelor active, structura mecanică suport aferentă structurii piezoelectrice (folosită la prestrângere și/sau amplificarea deformației/forței), articulațiile elastice și elementele de legătură fiind realizate într-un singur corp fizic, fără asamblare mecanică permanentă sau demontabilă;
- eliminarea surselor de imprecizie, a dificultăților de montaj și de plasare relativă a elementelor active între ele și față de platoul de referință și cel mobil, conform cerințelor arhitecturii cubice, prin utilizarea unui suport mecanic monobloc, realizat prin prelucrări ce asigură materializarea tuturor structurilor mecanice aferente structurilor piezoelectrice, a tuturor articulațiilor elastice și a tuturor elementelor de legătură;

# RO 127506 B1

1 - suportul mecanic monobloc nu conține niciun element de asamblare mecanică per-  
manentă sau demontabilă, fiind realizat din semifabricat prin procedee tehnologice cu precizie  
3 prescriptibilă, controlabilă, care presupun exclusiv prelevare de material și induc tensiuni  
mecanice remanente minime;

5 - utilizarea suportului mecanic monobloc permite inserția sistemului de micropoziționare,  
microorientare și microdeplasare în configurații spațiale modulare, utilizarea platoului de  
7 referință și a celui mobil nemaifiind necesară.

Se dau, în continuare, două exemple de aplicare a invenției, în legătură cu fig. 1...9,  
9 respectiv cu fig. 10, care reprezintă:

- fig. 1, vedere izometrică asupra sistemului de micropoziționare, microorientare și micro-  
11 deplasare cu șase grade de libertate, în arhitectură cubică;

- fig. 2, vedere de pe axa **z** (conform fig. 1) asupra sistemului de micropoziționare, micro-  
13 orientare și microdeplasare cu șase grade de libertate;

- fig. 3, vedere de pe axa **x** (conform fig. 1) asupra sistemului de micropoziționare,  
15 microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate;

- fig. 4, vedere izometrică asupra suportului mecanic monobloc (fără structurile piezo-  
17 electrice, cu diagonala mare a cubului plasată pe axa **y**), realizare cu structuri mecanice suport  
în varianta cu rigiditate mică și amplificare a cursei;

- fig. 5, detaliul **A** la fig. 4;

- fig. 6, descriere conceptuală a procedurii de fabricație a suportului mecanic  
21 monobloc;

- fig. 7, descriere conceptuală a procedurii de fabricație a articulațiilor flexibile;

- fig. 8, detaliu de completare a reprezentării din fig. 7;

- fig. 9, vedere de pe axa **x** asupra suportului mecanic monobloc în varianta cu rigiditate  
25 mare (fără amplificare a cursei) a structurilor mecanice suport;

- fig. 10, vedere izometrică asupra unui sistem cu utilizare multiplă ca:

- excitator de vibrații cu șase grade de libertate;

- captor de vibrații (accelerometru) cu șase grade de libertate;

- amortizor dinamic activ/pasiv de vibrații cu șase grade de libertate.

Sistemul de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de  
31 libertate conform invenției și fig. 1 este constituit dintr-un platou inferior **1**, de referință, care se  
solidarizează rigid, prin asamblare demontabilă cu un suport mecanic monobloc **2**. Pe suportul  
33 mecanic monobloc se fixează rigid, prin asamblare demontabilă, un platou superior **3**, mobil,  
deplasabil. Cele două platouri **1**, respectiv **3**, sunt fixate în câte trei puncte plasate pe triunghi  
35 echilateral, cu ajutorul unor șuruburi **4**, cu cap cilindric și locaș hexagonal. În acest sens, se  
folosesc găuri de trecere în structura mecanică monobloc și găuri filetate în platouri. Sistemul  
37 are arhitectură cubică; dacă lungimea laturii cubului este  $l$ , cele două triunghiuri echilaterale au  
latura egală cu diagonala mică  $d_m = l \cdot \sqrt{2}$ . Fiecare dintre cele trei puncte definește câte un  
39 plan de prindere. Diagonala mare  $d_M$  a cubului are dreaptă suport normală comună la cele două  
plane de prindere paralele între ele și față de cele două platouri. Din rațiuni constructive, cele  
41 două plane de prindere nu conțin diagonalele mici ale cubului. Planele de prindere sunt paralele  
cu planele care conțin diagonalele mici (planele diagonale). Distanța dintre planele diagonale  
43 este egală cu o treime din lungimea diagonalei mari ( $d_M = l \cdot \sqrt{3}$ ).

Suportul mecanic monobloc **2** are șase brațe identice interconectate între ele în zonele  
45 de asamblare cu platourile **ZA**. Fiecare braț se constituie drept suport pentru un element activ  
și se definește între cele două zone de asamblare-interconectare cu platourile **ZA**, conține câte  
47 două articulații flexibile **AF** pe capete și o structură mecanică suport **SMS** destinată fixării unei

structuri piezoelectrice **5**. Legătura dintre acestea se face cu ajutorul a două sectoare de inter- 1  
conectare cu secțiune transversală pătrată. Fiecare braț are pe axa de simetrie longitudinală 2  
câte una dintre cele șase laturi ale cubului (dintre cele neconcurente cu diagonala mare) care 3  
fac legătura dintre planele diagonale. Fiecare structură mecanică suport **SMS** asigură fixarea 4  
cu prestrângere pentru structura piezoelectrică **5** corespunzătoare, dar și efectul de amplificare 5  
mecanică. Aplicarea unei tensiuni pe electrozii structurii piezoelectrice **5** produce deformația 6  
mecanică a acesteia (alungirea sau scurtarea pe direcția axei longitudinale proprii). Structura 7  
mecanică suport **SMS** preia și amplifică această deformație și o introduce ca modificare a 8  
lungimii elementului activ corespunzător din sistemul de micropoziționare, microorientare și 9  
microdeplasare cu șase grade de libertate. Modificarea lungimii elementelor active poate 10  
produce modificarea poziției platoului mobil **3** după cele șase grade de libertate, trei translații 11  
după axele reperului **x**, **y**, **z** și trei rotații  $r_x$ ,  $r_y$  și  $r_z$  în jurul axelor reperului (axa **z** coincide cu 12  
dreapta suport a diagonalei mari). De exemplu, dacă toate elementele active își cresc lungimea 13  
cu aceeași valoare (adică structurile piezoelectrice **5** se comprimă cu aceeași valoare), atunci 14  
platoul mobil **3** execută mișcare de translație pe direcția axei **z** în sensul pozitiv. Un al doilea 15  
exemplu: dacă toate elementele active își modifică lungimea cu aceeași valoare în modul, însă 16  
cu semn diferit pentru oricare două elemente active învecinate, atunci platoul mobil **3** execută 17  
mișcare de rotație în jurul axei **z**, sensul de rotație depinzând de succesiunea semnelor. 18  
Modificarea poziției platoului mobil este posibilă datorită celor 12 articulații flexibile **AF** 19  
materializate în cadrul suportului mecanic monobloc **2**.

În fig. 2, se prezintă o vedere de pe direcția axei **z** (a diagonalei mari  $d_M$  a cubului) 21  
asupra sistemului de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de 22  
libertate din fig. 1. Se evidențiază cele două triunghiuri echilaterale cu latura egală cu diagonala 23  
mică  $d_m$ , platourile **1**, respectiv **3**, și suportul mecanic monobloc **2**. Proiecția plană a suportului 24  
mecanic monobloc **2** are profil interior și exterior de tip hexagon regulat. Proiecția laturilor 25  
cubului neconcurente cu diagonala mare (care coincid cu axele de simetrie longitudinală ale 26  
elementelor active) în planul de desenare definește un hexagon median al proiecției plane a 27  
suportului mecanic monobloc **2**. Dacă lungimea laturii cubului este  $l$ , atunci latura hexagonului 28  
median are lungimea  $l \cdot \sqrt{3} / \sqrt{2}$ . 29

În fig. 3, se prezintă o vedere laterală, de pe direcția axei **y**, asupra sistemului de 30  
micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate din fig. 1. 31  
Diagonala mare  $d_M$  se află în planul fig. 3. Pe fig. 3 se evidențiază planul de prindere **PP**<sub>1</sub> utilizat 32  
la asamblarea suportului mecanic monobloc **2** cu platoul de referință **1** și planul de prindere **PP**<sub>2</sub> 33  
utilizat la asamblarea suportului mecanic monobloc **2** cu platoul mobil **3**. Se evidențiază, de 34  
asemenea, planele diagonale **PD**<sub>1</sub>, **PD**<sub>2</sub>, care conțin diagonalele mici  $d_m$  neconcurente cu 35  
diagonala mare  $d_M$ . Toate cele patru plane sunt paralele între ele și au ca normală dreapta 36  
suport a diagonalei mari. 37

În fig. 4, se prezintă o vedere izometrică a suportului mecanic monobloc **2**, reprezentat 38  
în poziție rotită cu 90° în sens orar, în jurul axei **x** din fig. 1. Diagonala mare  $d_M$  a cubului este 39  
paralelă cu axa **y**. În acest mod, câte o diagonală mică din fiecare dintre cele două plane 40  
diagonale **PD**<sub>1</sub>, **PD**<sub>2</sub> este paralelă cu axa **z**, două brațe ale suportului mecanic monobloc **2** sunt 41  
orizontale și au aceeași proiecție în planul **xy**. Se evidențiază cele șase structuri mecanice 42  
suport **SMS**, fiecare dintre ele de forma unor inele elipsoidale cu secțiune rectangulară [5]. Pe 43  
axa majoră a inelelor elipsoidale se plasează cu prestrângere structurile piezoelectrice **5**. În 44  
acest sens, sunt prevăzute constructiv două suprafețe plane, paralele, în interiorul inelelor. Din 45  
rațiuni legate de geometria **SMS**, comprimarea unei structuri piezoelectrice (controlată prin ten- 46  
siunea de alimentare) este preluată de către structura mecanică suport **SMS** corespunzătoare 47

# RO 127506 B1

1 și transferată amplificat pe axa minoră a inelelor elipsoidale ca alungire a elementului activ  
2 corespunzător din sistemul de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade  
3 de libertate. Alungirea structurii piezoelectrice este convertită în comprimarea (reducerea  
4 lungimii) elementului activ. Efectul de amplificare a deformației structurilor piezoelectrice oferit  
5 de structurile mecanice suport **SMS** este însoțit de diminuarea rigidității elementelor active  
(întindere/compresiune).

7 Pe fig. 4 se evidențiază faptul că structura mecanică monobloc se realizează pornind  
8 de la un semifabricat de tip tub hexagonal, cu secțiune transversală de tip inel hexagonal  
9 regulat, cu o grosime a peretelui adecvată cerințelor de rezistență-rigiditate, și naturii  
10 materialului folosit (de exemplu oțel, titan, bronz sau aluminiu). Hexagonul median, definit  
11 anterior, are lungimea laturii egală cu media aritmetică a lungimii laturilor hexagonului interior  
12 și exterior. Semifabricatul de tip tub hexagonal este limitat la cele două capete de planele de  
13 prindere **PP<sub>1</sub>** și **PP<sub>2</sub>**, are pereții normali la cele două plane și are diagonala mare **d<sub>M</sub>** a cubului  
14 pe axă. Obținerea suportului mecanic monobloc **2** din semifabricat se face exclusiv prin  
15 procedee de prelucrare cu prelevare de material (de exemplu frezare, găurire, electroeroziune).  
16 Exceptând găurile, pentru limitarea apariției tensiunilor interne se poate realiza prelucrarea  
17 numai prin electroeroziune cu electrod fir sau numai prin jet de apă sub presiune.

18 În fig. 5, se prezintă o vedere asupra detaliului **A** din fig. 4, din care rezultă maniera de  
19 obținere a articulațiilor flexibile **AF**. Sunt prezentate două articulații aferente a două brațe  
20 (elemente active) învecinate, precum și zona de asamblare-interconectare **ZA**. Zona de  
21 asamblare-interconectare **ZA** asigură legătura dintre cele două brațe, materializează o  
22 suprafață plană din planul de prindere **PP<sub>2</sub>** și permite materializarea alezajului (a găurii de  
23 trecere) a asamblării cu șurub **4**. Fiecare articulație flexibilă **AF** are două grade de libertate  
24 elastic-flexională (încovoiere) în jurul a două axe (I, II și III, IV) concurente și perpendiculare  
25 între ele și față de suprafețele sectoarelor de interconectare cu secțiune pătrată. Fiecare grad  
26 de libertate al articulației flexibile este asigurat prin practicarea a câte două canale simetrice,  
27 riglate, realizate, de exemplu, prin electroeroziune cu electrod fir, cu traiectorie arc de cerc sau  
28 compusă din arce de cerc. Pentru realizarea fiecăruia dintre cele două canale, electrodul fir se  
29 plasează paralel cu axa gradului de libertate al articulației. Distanța minimă dintre canale  
30 determină rigiditatea flexională a articulației. Teoretic, punctele de concurență a axelor unor  
31 două articulații flexibile învecinate trebuie să coincidă cu punctul de intersecție a laturilor cubului  
32 ce materializează axa de simetrie a celor două elemente active (brațe ale suportului mecanic  
33 monobloc **2**) învecinate și cu punctul de intersecție a diagonalelor mici **d<sub>m</sub>** concurente din planul  
34 diagonal **PD<sub>1</sub>**, respectiv **PD<sub>2</sub>**. Practic, din rațiuni constructive, tehnologice și de montaj, așa cum  
35 se prezintă în fig. 5, cele două puncte de concurență nu coincid, dar sunt cât mai apropiate  
posibil.

37 În fig. 6 se prezintă o serie de elemente legate de tehnologia de fabricație a suportului  
38 mecanic monobloc **2**. Se prezintă o vedere asupra adaosului de prelucrare care trebuie prelevat  
39 (îndepărtat), și o poziție a electrodului fir vertical **EFV** (cu secțiune circulară) pentru prelucrarea  
40 prin electroeroziune (poziție verticală, perpendiculară pe diagonala mare **d<sub>M</sub>** și a peretelui tubului  
41 hexagonal). În prelucrare, electrodul fir **EFV** execută o traiectorie în plan orizontal. Se  
42 prelucrează simultan două brațe ale suportului și canalele de definiție a articulațiilor flexibile cu  
43 axă flexională verticală (de exemplu axa I din fig. 5). Prin rotația cu 60° a tubului hexagonal în  
44 jurul axei, este posibilă prelucrarea simultană a următorului set de două brațe ale suportului  
45 mecanic monobloc **2**. Reuniunea geometrică a corpurilor reprezentate în fig. 4 și 6 conduce la  
46 obținerea semifabricatului (a tubului hexagonal), cu axa coincidentă cu diagonala mare **d<sub>M</sub>** a  
47 cubului.

# RO 127506 B1

În fig. 7, se prezintă maniera de realizare a canalele de definiere a articulațiilor flexibile 1  
cu axă flexională orizontală (de exemplu axa II din fig. 5), electrodul fir se plasează în poziția  
orizontală **EFO**. În ambele poziții, **EFV** și **EFO**, electrozii sunt perpendiculari pe latura cubului 3  
aferentă brațului suportului mecanic monobloc pe care se construiește articulația.

În fig. 8, este reluat detaliul **A** reprezentat în fig. 5, redat în poziție ușor rotită, cu 5  
descrierea celor patru poziții ale electrodului fir (două orizontale **EFV<sub>1</sub>** și **EFV<sub>2</sub>**, și două verticale  
**EFV<sub>1</sub>** și **EFV<sub>2</sub>**) la finalul prelucrării, pentru realizarea celor patru canale ce definesc axele 7  
flexionale I și II. Dacă dimensiunile canalelor în planul transversal al electrodului fir sunt mari,  
canalul se poate executa cu electrod fir cu secțiune transversală circulară, cu diametru mic, cu 9  
traietorie de lucru compusă din trei arce de cerc (arc de intrare, arc de racordare și arc de  
ieșire). Conform fig. 7 și 8, cele patru poziții ale electrodului fir pot fi considerate pentru prelu- 11  
crarea canalelor corespunzătoare a patru articulații flexibile, două pe brațul superior și două pe  
cel inferior ale suportului mecanic monobloc **2**. Pentru prelucrarea tuturor canalelor se repetă 13  
două etape de prelucrare asemănătoare, pentru fiecare dintre ele suportul mecanic monobloc  
este rotit în prealabil cu 60° în jurul diagonalei mari. Cum s-a întâmplat și anterior, prelucrarea 15  
prin electroeroziune presupune utilizarea celor patru poziții ale electrodului fir, fiecare dintre ele  
perpendiculară pe latura cubului aferentă brațului suportului mecanic monobloc pe care se 17  
construiește articulația. Canalele se pot executa și prin tehnologii echivalente, de exemplu cu  
fascicul laser sau cu jet de apă sub presiune. Din rațiuni de optimizare (de exemplu creșterea 19  
rezistenței la oboseală de încovoiere a articulațiilor), canalele pot avea și alte forme descriabile  
sau nu analitic. 21

Supportul mecanic monobloc **2**, prezentat în fig. 1...8, conține structuri mecanice suport 23  
**SMS** care asigură amplificarea deformației structurii piezoelectrice **5**, dar conferă rigiditate  
axială redusă elementelor active. În plus, plasarea unei mase foarte mari pe platoul superior,  
mobil, poate duce la dispariția prestrângerii structurilor piezoelectrice (din cauza forței de 25  
greutate), iar autoritatea elementelor active asupra platoului mobil devine nulă.

În fig. 9, se prezintă o soluție constructivă de suport mecanic monobloc **2a** care folosește 27  
structuri mecanice suport **SMS** ce asigură prestrângerea structurilor piezoelectrice **5** și rigiditate  
axială la compresiune foarte mare pentru elementele active. Structurile mecanice suport **SMS** 29  
au aceeași construcție ca în figurile anterioare (inel eliptic cu secțiune rectangulară, cu  
suprafețe plane, paralele la interior), iar singura diferență constă în faptul că sunt plasate în 31  
poziție rotită cu 90° în raport cu poziția din suportul mecanic monobloc **2**, structurile  
piezoelectrice **5** fiind dispuse cu prestrângere axială pe direcția de deformare a elementului 33  
activ, aceeași cu a axei majore a inelului eliptic. Din considerente de claritate a reprezentării,  
în fig. 9, structura piezoelectrică a elementului activ din față dreapta a fost îndepărtată. Dispare 35  
efectul de amplificare mecanică a deformației structurii piezoelectrice. Rămân valabile toate  
elementele constructiv-funcționale și tehnologice reliefate anterior în cazul fig. 1...8. 37

Platoul de referință **1** și cel mobil **3**, deplasabil, pot fi realizate în diferite forme și 39  
configurații adaptate utilizării specifice a sistemului de micropoziționare, microorientare și  
microdeplasare cu șase grade de libertate. Trebuie respectate doar următoarele condiții:

- fiecare platou trebuie să fie un corp rigid nedeformabil; 41
- fiecare platou trebuie să materializeze cele trei suprafețe coplanare necesare atașării 43

la suportul mecanic monobloc **2** sau **2a**, cu găuri filetate corespunzătoare, de prindere cu ajutorul  
șuruburilor **4**.

Rolul celor două platouri poate fi preluat de alte elemente structurale, în care se face 45  
inserția suportului monobloc **2** sau **2a** împreună cu structurile piezoelectrice **5**.

# RO 127506 B1

1 În acest sens, în fig. 10, se prezintă un al doilea exemplu de utilizare a invenției, un  
sistem cu utilizare multiplă: excitator de vibrații, captor-traductor de vibrații (accelerometru) și  
3 amortizor dinamic activ/pasiv de vibrații cu șase grade de libertate. În calitate de platou inferior  
se folosește un platou de tip inel circular 6. Platoul superior (mobil) din exemplul anterior este  
5 înlocuit cu un corp de tip poliedru hexagonal 7, cu masă (momente de inerție) mare. Ambele  
sunt fixate mecanic față de suportul mecanic monobloc 2, folosind șuruburi 4. Nu există alt  
7 contact fizic între corpul 7 și platoul 6 sau între acestea și suportul mecanic monobloc 2 decât  
prin intermediul sistemului de prindere cu șuruburi 4. Suportul mecanic monobloc 2, împreună  
9 cu structurile piezoelectrice 5, păstrează caracteristicile constructiv-funcționale deja amintite  
anterior. Construcția din fig. 10 poate utiliza și varianta 2a de structură mecanică monobloc  
11 (descrisă în fig. 9). Platoul 6 se fixează pe structura mecanică care trebuie excitată, sau ale  
cărei vibrații trebuie monitorizate, sau ale cărei vibrații trebuie amortizate. Funcționarea ca  
13 excitator presupune alimentarea structurilor piezoelectrice 5 cu tensiuni adecvate gradelor de  
libertate pe care se realizează excitația, pe frecvențele necesare. Deformațiile produse prin  
15 efect piezoelectric invers sunt convertite în forțe și momente. Forțele și momentele de excitație  
sunt generate ca reacțiuni la forțele și momentele care apar datorită comportării inerțiale ale  
17 corpului 7. Funcționarea ca traductor-captor de vibrații presupune ca fiecare dintre cele șase  
structuri piezoelectrice 5 să fie accesate de către un sistem de prelevare a potențialului electric  
19 generat pe electrozii acestora. Dacă structura pe care este fixat sistemul vibrează, atunci în  
sistemele piezoelectrice 5 se generează potențiale electrice proporționale cu accelerația  
21 mișcărilor vibratorii (prin efect piezoelectric direct). Prin calcule geometrice adecvate arhitecturii  
platformei, se decelează mărimea accelerației pe fiecare dintre cele șase grade de libertate.  
23 Pentru funcționarea ca amortizor dinamic activ de vibrații, fiecare dintre cele șase structuri  
piezoelectrice se alimentează cu câte o sursă de putere modală activă negativă, structurile  
25 piezoelectrice comportându-se ca senzor și actuator. Se generează forțe și momente în opoziție  
de fază cu vitezele mișcărilor vibratorii, deci se absoarbe și se elimină putere modală. Pentru  
27 funcționarea ca amortizor dinamic pasiv de vibrații, se plasează pe electrozii structurilor  
piezoelectrice șunturi [6] formate dintr-o rezistor serie cu o bobină (realizându-se rezonanță  
29 electrică între inductanța bobinei și capacitatea structurii piezoelectrice pe frecvența de vibrație  
mecanică, cu disiparea energiei modale pe rezistor). Șunturile lucrează ca absorbitori și  
31 disipatori de energie modală. Pot fi imaginate soluții de utilizare a energiei modale astfel  
absorbite. Autoritatea amortizorului asupra structurii mecanice de amortizat depinde esențial  
33 de masa corpului 7.



1. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, bazat pe platformă „Gough-Stewart” în arhitectură cubică, alcătuit dintr-un platou inferior, de referință, fix (1), și un platou superior (3) mobil în raport cu platoul inferior (1), prin intermediul unui suport mecanic (2, 2a), caracterizat prin aceea că suportul mecanic (2, 2a) este constituit dintr-un singur corp asamblat detașabil, prin intermediul unor șuruburi (4), la platourile inferior și superior (1, 3), suportul mecanic (2, 2a) având șase brațe identice, fiecare braț cuprinzând câte un element activ cu lungime variabilă controlată, interconectate între ele prin intermediul a șase zone de asamblare (ZA), trei zone pentru asamblarea cu platoul inferior fix (1) și trei zone pentru asamblarea cu platoul superior mobil (3).

2. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că fiecare dintre cele șase brațe ale suportului mecanic monobloc (2) conține câte o structură mecanică suport (SMS), câte o structură piezoelectrică (5), câte două sectoare de interconectare cu secțiune transversală pătrată și două articulații flexibile (AF) pe capete, și realizează funcțiile a câte unui element activ cu alungire-comprimare controlată, astfel încât cele șase elemente active determină poziția platoului mobil (3) în raport cu platoul de referință (1), după cele șase grade de libertate, trei translații pe axele (x, y, z), cu axa (z) plasată pe diagonala mare ( $d_M$ ) a unui cub, și trei rotații ( $r_x, r_y, r_z$ ) în jurul acestor axe.

3. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, conform revendicării 2, caracterizat prin aceea că, în suportul mecanic monobloc (2), fiecare dintre cele șase brațe are pe axa de simetrie câte o latură (l) a cubului dintre cele șase laturi ne-concurente cu diagonala mare ( $d_M$ ), definindu-se șase puncte de intersecție a laturilor alăturate, trei dintre puncte fiind coplanare ca vârfuri ale unui triunghi echilateral cu latura egală cu diagonala mică ( $d_m$ ) a cubului și definind un plan diagonal ( $PD_1$ ), celelalte trei fiind, de asemenea, coplanare ca vârfuri ale unui triunghi echilateral cu latura egală cu diagonala mică ( $d_m$ ) a cubului și definind un plan diagonal ( $PD_2$ ), cele două plane fiind paralele și admițând ca normală dreapta suport a diagonalei mari ( $d_M$ ).

4. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1...3, caracterizat prin aceea că pe cele șase zone de asamblare (ZA) ale suportului monobloc (2) se materializează două plane de prindere, un plan de prindere ( $PP_1$ ) folosit pentru asamblare cu platoul inferior (1) și un plan de prindere ( $PP_2$ ) folosit pentru asamblarea cu platoul superior (3), cele două plane fiind paralele între ele și cu planele diagonale ( $PD_1, PD_2$ ) și la distanța minimum posibilă constructiv față de acestea, iar pe cele șase zone de asamblare (ZA) se materializează găurile de trecere pentru șuruburile (4) folosite la asamblarea suportului monobloc (2) cu platourile (1 și 3), axele acestor găuri fiind plasate pe normala la planele de prindere ( $PP_1$  și  $PP_2$ ) prin punctele de definire a planelor diagonale ( $PD_1$  și  $PD_2$ ).

5. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1...4, caracterizat prin aceea că suportul mecanic monobloc (2) are proiecție de tip inel hexagonal echilateral într-un plan normal la diagonala mare ( $d_M$ ) a cubului, este realizat exclusiv prin operațiuni de prelevare de material, precum găurire și electroeroziune cu electrod fir, din semifabricat de tip tub cu profil interior și exterior hexagon regulat, cu axa coincidentă cu diagonala mare ( $d_M$ ) a cubului, limitat la ambele capete cu planele de prindere ( $PP_1, PP_2$ ), pereții tubului fiind perpendiculari pe cele două plane.

# RO 127506 B1

1           6. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de  
libertate, în conformitate cu revendicările 1...5, **caracterizat prin aceea că** fiecare dintre cele  
3 douăsprezece articulații flexibile (**AF**) are câte două grade de libertate elastic-flexională, cu  
două axe de flexiune, respectiv (**I** și **II**), intersectate și reciproc perpendiculare între ele și pe  
5 suprafețele sectoarelor de interconectare, punctul de intersecție al axelor fiind plasat în proximi-  
tatea zonelor de asamblare-interconectare (**ZA**) cât mai aproape de punctele de intersecție a  
7 diagonalelor mici (**d<sub>m</sub>**) din planele diagonale (**PD<sub>1</sub>** și **PD<sub>2</sub>**), iar fiecare axă de flexiune se  
definește cu ajutorul a câte două canale riglate, în arc de cerc, simetrice, realizabile prin elec-  
9 troeroziune cu electrod fir cu traiectorie în arc de cerc sau compusă din arce de cerc, deformația  
flexională maximă realizându-se în regiunea în care distanța dintre canale este minimă.

11           7. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de  
libertate, în conformitate cu revendicările 1...6, **caracterizat prin aceea că** suportul mecanic  
13 monobloc (**2**) este conținut într-un tub hexagonal virtual, regulat, pe fiecare pereche de pereți  
paraleli ai acestuia găsindu-se câte două brațe ce materializează elemente active, acestea  
15 având aceeași proiecție într-un plan paralel cu respectivii pereți.

17           8. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de  
libertate, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** suportul mecanic monobloc (**2a**)  
cuprinde șase structuri mecanice suport (**SMS**) sub formă de inel eliptic cu secțiune  
19 rectangulară, plasat cu axa majoră pe direcția de alungire-comprimare a elementului activ  
corespunzător, îndeplinind numai funcția de pre-strângere a structurii piezoelectrice.

(51) Int.Cl.

**B25J 7/00** (2006.01);

**B25J 9/00** (2006.01);

**B23Q 1/00** (2006.01)

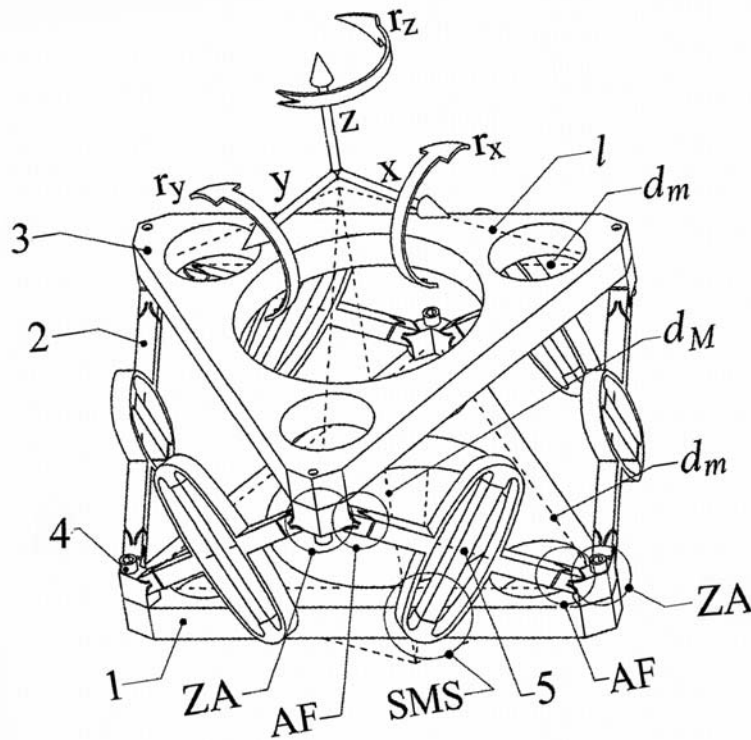


Fig. 1

(51) Int.Cl.

*B25J 7/00* (2006.01);

*B25J 9/00* (2006.01);

*B23Q 1/00* (2006.01)

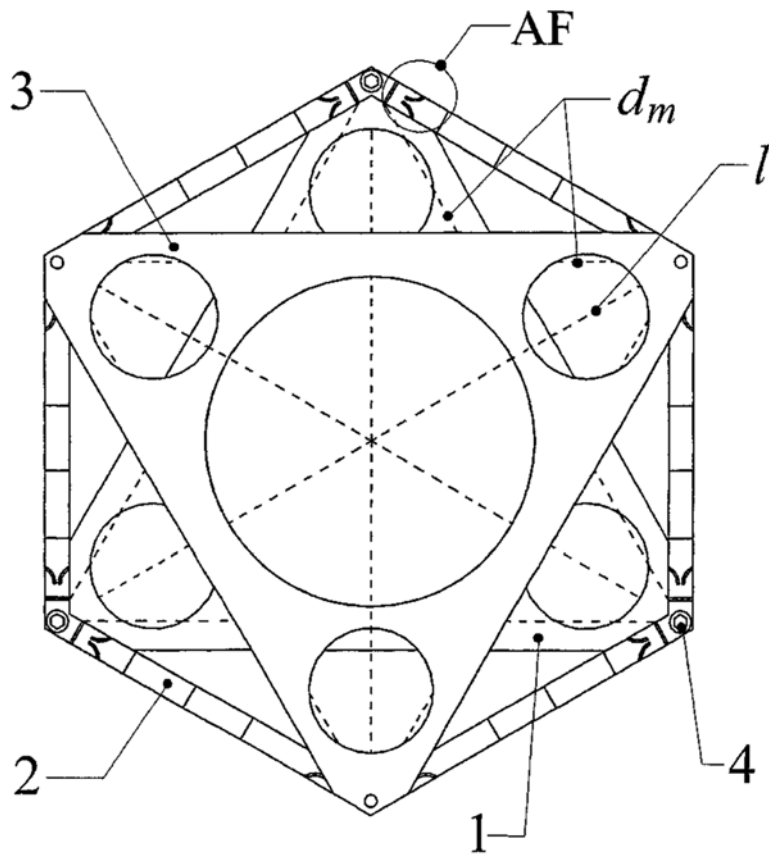


Fig. 2

(51) Int.Cl.

B25J 7/00 (2006.01);

B25J 9/00 (2006.01);

B23Q 1/00 (2006.01)

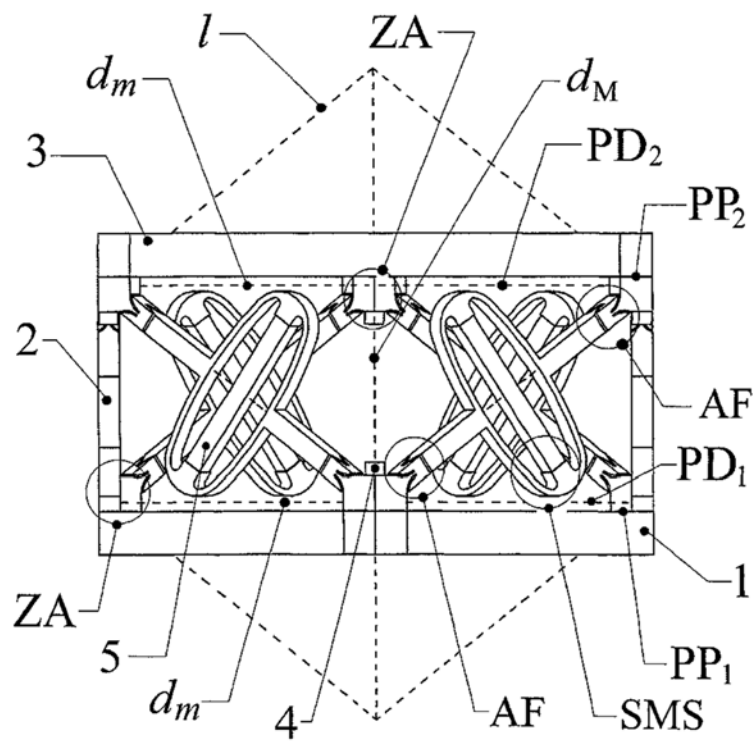


Fig. 3

(51) Int.Cl.

**B25J 7/00** (2006.01);

**B25J 9/00** (2006.01);

**B23Q 1/00** (2006.01)

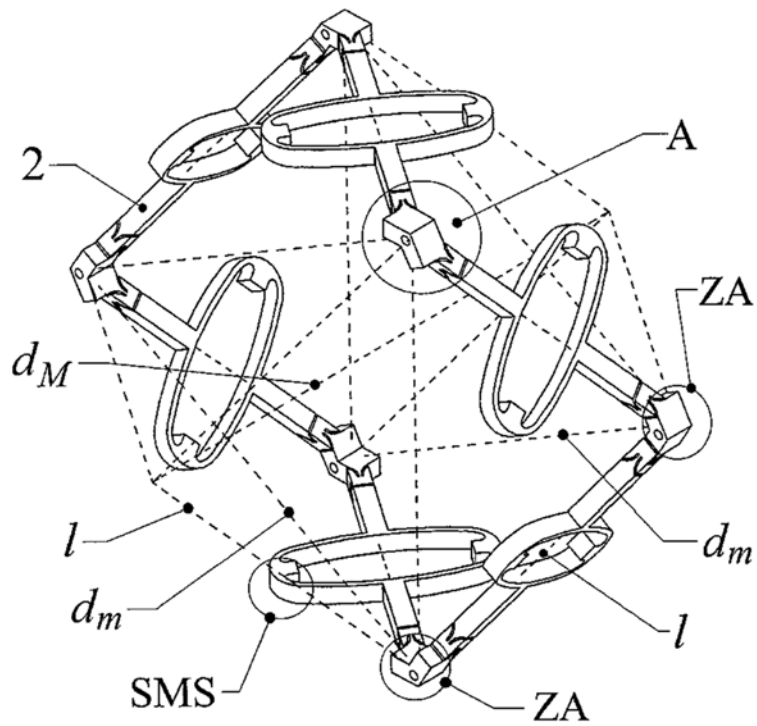


Fig. 4

(51) Int.Cl.

**B25J 7/00** (2006.01);

**B25J 9/00** (2006.01);

**B23Q 1/00** (2006.01)

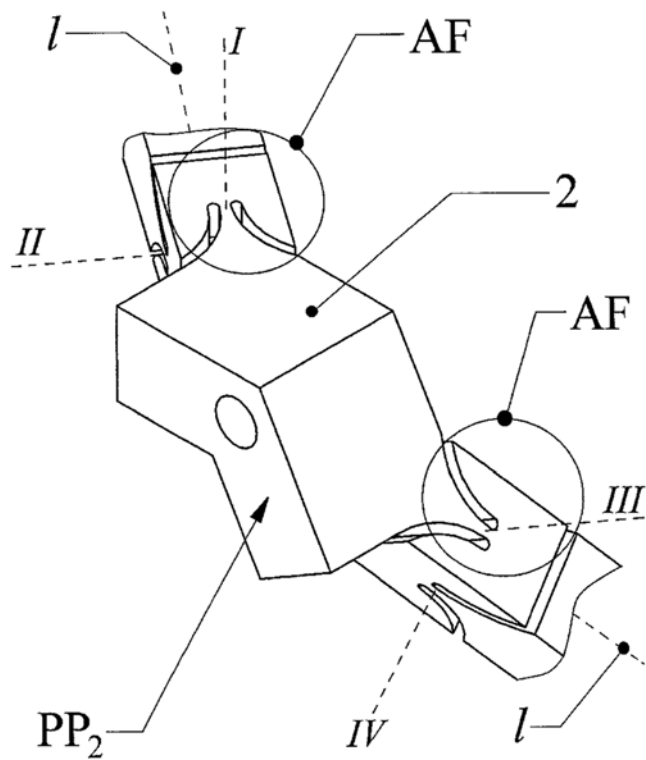


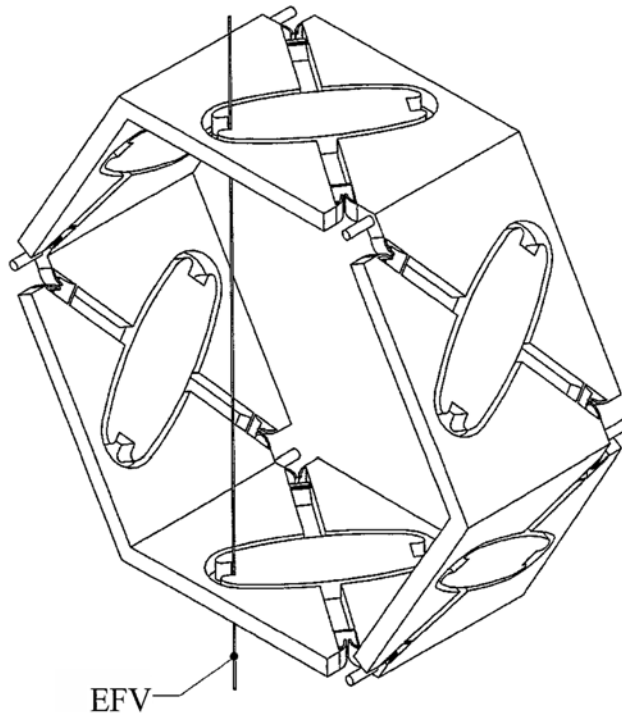
Fig. 5

(51) Int.Cl.

**B25J 7/00** (2006.01);

**B25J 9/00** (2006.01);

**B23Q 1/00** (2006.01)



**Fig. 6**



(51) Int.Cl.

*B25J 7/00* (2006.01);

*B25J 9/00* (2006.01);

*B23Q 1/00* (2006.01)

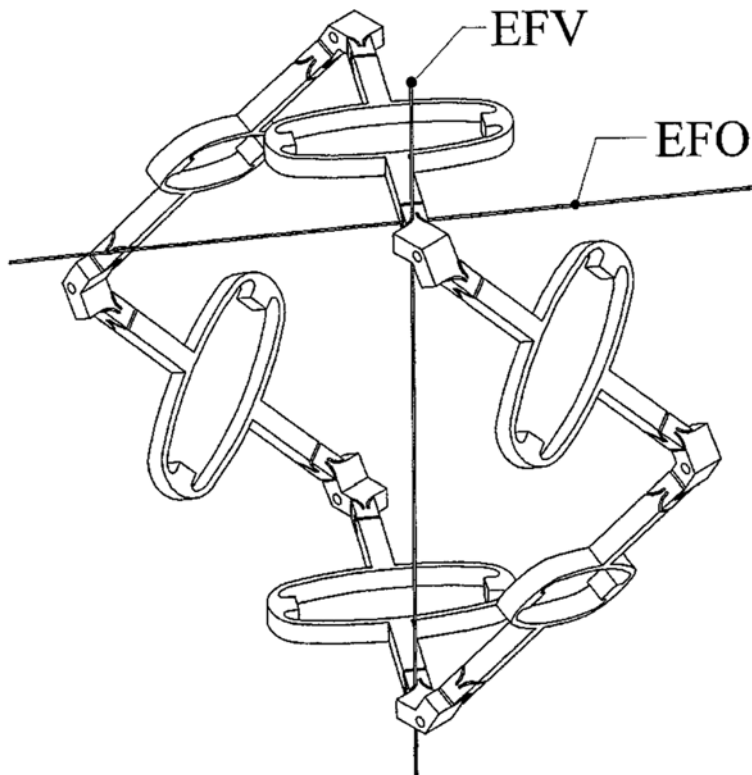


Fig. 7

(51) Int.Cl.

*B25J 7/00* (2006.01);

*B25J 9/00* (2006.01);

*B23Q 1/00* (2006.01)

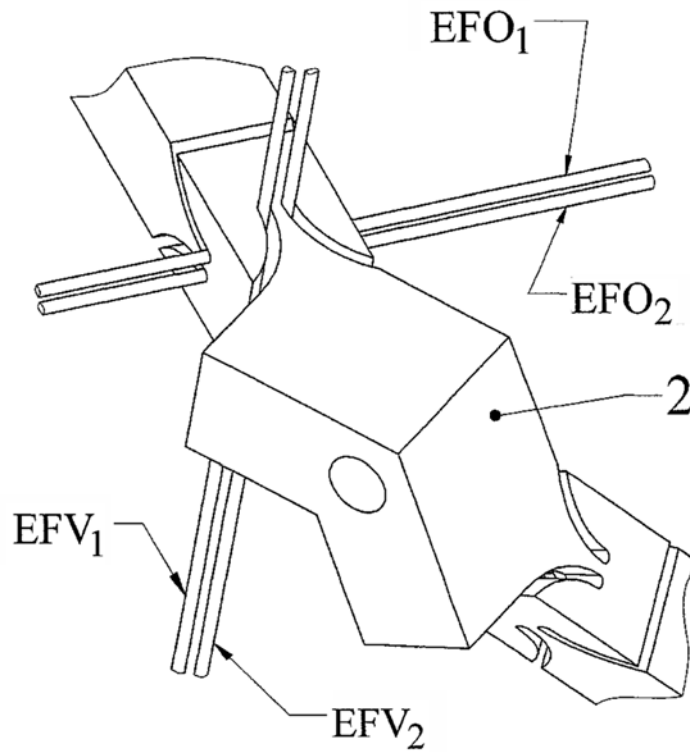


Fig. 8

(51) Int.Cl.

**B25J 7/00** (2006.01);

**B25J 9/00** (2006.01);

**B23Q 1/00** (2006.01)

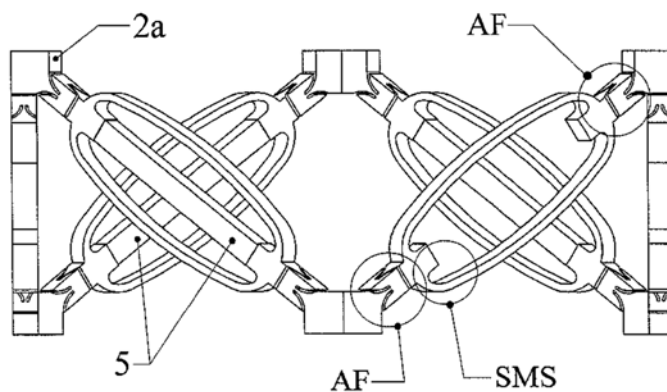


Fig. 9

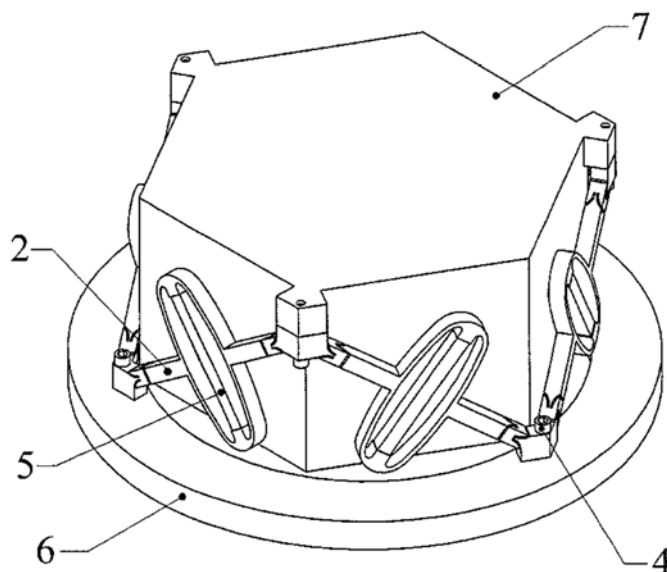


Fig. 10



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 467/2018