

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

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

(22) Data de depozit: **27.10.2010**

(41) Data publicării cererii:
29.06.2012 BOPI nr. 6/2012

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI,
BD.PROF.D.MANGERON NR. 67, IAȘI, IS,
RO

(72) Inventatori:
• HORODINCA MIHĂIȚĂ,
STR. SILVESTRU STRĂPUNGERE NR. 28,
SC.A, ET.6, BL. CL. 7, AP. 21, IAȘI, IS, RO;
• SEGHEDEIN 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. CRIȘAN NR.3,
BL.PA2, ET.3, AP.13, PAȘCANI, IS, RO;
• BOCA MIHAI, ȘOSEAUA NICOLINA NR.
41, BL. 966 A, SC. A, ET. 1, AP. 8, IAȘI, IS,
RO

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, utilizat pentru captarea-descrierea vibrațiilor, funcționare ca accelerometru, amortizarea activă sau pasivă a structurilor, inducerea vibrațiilor, funcționare ca excitator modal, pentru operațiuni de prelucrare, control și manipulare în domeniile mecanicii fine, opticii, micro-electronicii, microbiologiei. Sistemul conform invenției este format dintr-un platou (1) de referință fix, care se solidarizează rigid cu un suport (2) mecanic monobloc, ce are șase brațe identice interconectate între ele prin intermediul a șase zone (ZA) folosite și la asamblare, trei pentru asamblarea cu platoul (1) de referință și trei pentru asamblarea cu un platou (3) mobil, cu ajutorul unor șuruburi (4), iar cele șase brațe ale suportului (2) mecanic monobloc conțin, fiecare, câte o structură mecanică suport (SMS), câte o structură (5) piezo-electrică, câte două sectoare de interconectare cu secțiune transversală pătrată, și două articulații flexibile (AF) pe capete, și realizează funcțiile câte unui element activ cu alungire-comprimare controlată, astfel cele șase elemente active determină poziția platoului (3) mobil în raport cu platoul (1) de referință, după șase grade de libertate, trei translații pe axe (x , y , z) și trei rotații (r_x , r_y , r_z) în jurul acestor axe.

Revendicări: 10
Figuri: 10

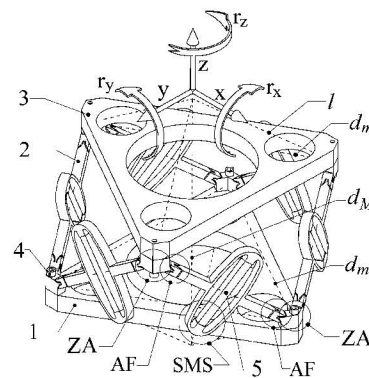
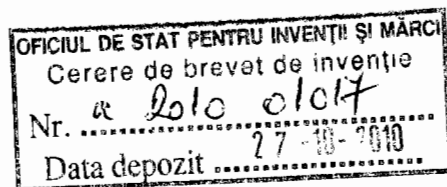


Fig. 1

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).





SISTEM DE MICROPOZIȚIONARE, MICROORIENTARE ȘI MICRODEPLASARE CU ȘASE GRADE DE LIBERTATE

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

Sunt cunoscute platformele Gough-Stewart [1] ca sisteme mecatronice de poziționare-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 (electric, pneumatic sau hidraulic). Fiecare element activ are în general configurație cilindrică, cu lungime variabilă controlat, și este atașat la platoul inferior respectiv cel superior prin intermediul a câte unei articulații sferice, cardanice sau echivalente. Cea mai utilizată arhitectură de dispunere a elementelor active în cadrul platformelor este cea cubică.

Pentru aplicații de micropoziționare, microorientare și microdeplasare sunt cunoscute soluții constructive de platforme Gough-Stewart în arhitectură cubică cu origine autogenerată 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 piezoelectric este alcătuit dintr-o structură mecanică suport și o structură piezoelectrică. Structura mecanică suport conține structura piezoelectrică și asigură prestrângerea și 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, 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 preciziei și fiabilitatea exploatarei.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, ca platformă

Gough-Stewart în arhitectură cubică, cu acționare piezoelectrică, la care cele șase elemente active, articulațiile flexibile și elementele de legătură corespunzătoare au un suport mecanic comun, monobloc.

Sistemul de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de 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 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 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 nici un 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 prestrângere și amplificare 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 întrebuințări 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 șunt-uri [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 armonice) 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 armonice, 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 deformări elastice reversibile ale elementelor active (alungiri sau comprimări) regăsite în deplasarea/poziția/traectoria 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;

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

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

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

- fig. 1, vedere izometrică asupra sistemului de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în arhitectură cubică;
- fig. 2, vedere de pe axa z (conform figurii 1) asupra sistemului de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate;
- fig. 3, vedere de pe axa x (conform figurii 1) asupra sistemului de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate;
- fig. 4, vedere izometrică asupra suportului mecanic monobloc (fără structurile piezoelectrice, 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 figura 4;
- fig. 6, descriere conceptuală a procedurii de fabricație a suportului mecanic monobloc;
- fig. 7, descriere conceptuală a procedurii de fabricație a articulațiilor flexibile;
- fig. 8, detaliu de completare a reprezentării din figura 7;
- fig. 9, vedere de pe axa x asupra suportului mecanic monobloc în varianta cu rigiditate 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 libertate conform invenției și figurii 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 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 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 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 plan de prindere. Diagonala mare d_M a cubului are dreaptă suport normala comună la cele două plane de prindere paralele între ele și față de cele două platouri. Din

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

În figura 2 se prezintă o vedere de pe direcția axei z (a diagonalei mari d_M a cubului) asupra sistemului de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate din figura 1. Se evidențiază cele două triunghiuri echilaterale cu latura egală cu diagonala mică d_m , platourile 1 respectiv 3 și suportul mecanic monobloc 2. Proiecția plană a suportului mecanic monobloc 2 are profil interior și exterior de tip hexagon regulat. Proiecția

laturilor cubului neconcurente cu diagonala mare (care coincid cu axele de simetrie longitudinală ale elementelor active) în planul de desenare definește un hexagon median al proiecției plane a suportului mecanic monobloc 2. Dacă lungimea laturii cubului este l atunci latura hexagonului median are lungimea $l \cdot \sqrt{3}/\sqrt{2}$.

În figura 3 se prezintă o vedere laterală, de pe direcția axei y , asupra sistemului de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate din figura 1. Diagonala mare d_M se află în planul figurii. Pe figură se evidențiază planul de prindere PP_1 utilizat la asamblarea suportului mecanic monobloc 2 cu platoul de referință 1 și planul de prindere PP_2 utilizat la asamblarea suportului mecanic monobloc 2 cu platoul mobil 3. Se evidențiază de asemenea planele diagonale PD_1 , PD_2 care conțin diagonalele mici d_m neconcurente cu diagonala mare d_M . Toate cele patru plane sunt paralele între ele și au ca normală dreapta suport a diagonalei mari.

În figura 4 se prezintă o vedere izometrică a suportului mecanic monobloc 2, reprezentat în poziție rotită cu 90° în sens orar, în jurul axei x din figura 1. Diagonala mare d_M a cubului este paralelă cu axa y . În acest mod câte o diagonală mică din fiecare dintre cele două plane diagonale PD_1 , PD_2 este paralelă cu axa z , două brațe ale suportului mecanic monobloc 2 sunt orizontale și au aceeași proiecție în planul xy . Se evidențiază cele șase structuri mecanice suport SMS, fiecare dintre ele de forma unor inele elipsoidale cu secțiune rectangulară [5]. Pe axa majoră a inelelor elipsoidale se plasează cu prestrângere structurile piezoelectrice 5. În acest sens sunt prevăzute constructiv două suprafețe plane, paralele, în interiorul inelelor. Din rațiuni legate de geometria SMS, comprimarea unei structuri piezoelectrice (controlată prin tensiunea de alimentare) este preluată de către structura mecanică suport SMS corespunzătoare și transferată amplificat pe axa minoră a inelelor elipsoidale ca alungire a elementului activ corespunzător din sistemul de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate. Alungirea structurii piezoelectrice este convertită în comprimarea (reducerea lungimii) elementului activ. Efectul de amplificare a deformației structurilor piezoelectrice oferit de structurile mecanice suport SMS este însoțit de diminuarea rigidității elementelor active (întindere/compresiune).

Pe figura 4 se evidențiază faptul că structura mecanică monobloc se realizează pornind de la un semifabricat de tip tub hexagonal, cu secțiune transversală de tip inel hexagonal regulat, cu o grosime a peretelui adecvată cerințelor de rezistență-rigiditate, și naturii materialului folosit (de exemplu oțel, titan, bronz sau aluminiu). Hexagonul median, definit anterior, are lungimea laturii egală cu media aritmetică a lungimii laturilor hexagonului interior și exterior. Semifabricatul de tip tub hexagonal este limitat la cele două capete de

planele de prindere PP_1 și PP_2 , are pereții normali la cele două plane și are diagonala mare d_M a cubului pe axă. Obținerea suportului mecanic monobloc 2 din semifabricat se face exclusiv prin procedee de prelucrare cu prelevare de material (de exemplu frezare, găurire, electroeroziune). Exceptând găurile, pentru limitarea apariției tensiunilor interne se poate realiza prelucrarea numai prin electroeroziune cu electrod fir sau numai prin jet de apă sub presiune.

În figura 5 se prezintă o vedere asupra detaliului A la figura 4 din care rezultă maniera de obținere a articulațiilor flexibile AF. Sunt prezentate două articulații aferente a două brațe (elemente active) învecinate, precum și zona de asamblare-interconectare ZA. Zona de asamblare-interconectare ZA asigură legătura dintre cele două brațe, materializează o suprafață plană din planul de prindere PP_2 și permite materializarea alezajului (a găurii de trecere) a asamblării cu șurub 4. Fiecare articulație flexibilă AF are două grade de libertate elastic-flexională (încovoiere) în jurul a două axe (I, II și III, IV) concurente și perpendiculare între ele și față de suprafețele sectoarelor de interconectare cu secțiune pătrată. Fiecare grad de libertate al articulației flexibile este asigurat prin practicarea a câte două canale simetrice, riglate, realizate de exemplu prin electroeroziune cu electrod fir, cu traiectorie arc de cerc sau compusă din arce de cerc. Pentru realizarea fiecăruia dintre cele două canale, electrodul fir se plasează paralel cu axa gradului de libertate al articulației. Distanța minimă dintre canale determină rigiditatea flexională a articulației. Teoretic, punctele de concurență a axelor a două articulații flexibile învecinate trebuie să coincidă cu punctul de intersecție a laturilor cubului ce materializează axa de simetrie a celor două elemente active (brațe ale suportului mecanic monobloc 2) învecinate și cu punctul de intersecție a diagonalele mici d_m concurente din planul diagonal PD_1 respectiv PD_2 . Practic, din rațiuni constructive, tehnologice și de montaj, așa cum se prezintă în figura 5, cele două puncte de concurență nu coincid dar sunt cât mai apropiate posibil.

În figura 6 se prezintă o serie de elemente legate de tehnologia de fabricație a suportului mecanic monobloc 2. Se prezintă o vedere asupra adaosului de prelucrare care trebuie prelevat (îndepărtat), și o poziție a electrodului fir vertical EFV (cu secțiune circulară) pentru prelucrarea prin electroeroziune (poziție verticală, perpendiculară pe diagonala mare d_M și a peretelui tubului hexagonal). În prelucrare, electrodul fir EFV execută o traiectorie în plan orizontal. Se prelucrează simultan două brațe ale suportului și canalele de definire a articulațiilor flexibile cu axă flexională verticală (de exemplu axa I din figura 5). Prin rotația cu 60° a tubului hexagonal în jurul axei este posibilă prelucrarea simultană a următorului set de două brațe ale suportului mecanic monobloc 2. Reuniunea geometrică a corpurilor

27-10-2010

reprezentate în figurile 4 și 6 conduce la obținerea semifabricatului (a tubului hexagonal), cu axa coincidentă cu diagonală mare d_M a cubului.

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

În figura 8 este reluat detaliul A reprezentat în figura 5, redat în poziție ușor rotită, cu descrierea celor patru poziții ale electrodului fir (două orizontale EFO₁ și EFO₂, și două verticale EFV₁ și EFV₂) la finalul prelucrării, pentru realizarea celor patru canale ce definesc axele 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 traiectorie de lucru compusă din trei arce de cerc (arc de intrare, arc de racordare și arc de ieșire). Conform figurilor 7 și 8, cele patru poziții ale electrodului fir pot fi considerate pentru prelucrarea 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 două etape de prelucrare asemănătoare, pentru fiecare dintre ele suportul mecanic monobloc este rotit în prealabil cu 60° în jurul diagonalei mari. Ca și anterior, prelucrarea 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 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 rezistenței la oboseală de încovoiere a articulațiilor), canalele pot avea și alte forme descriabile sau nu analitic.

Suportul mecanic monobloc 2 prezentat în figurile 1÷8 conține structuri mecanice suport 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 greutate) autoritatea elementelor active asupra platoului mobil devine nulă.

În figura 9 se prezintă o soluție constructivă de suport mecanic monobloc 2a care folosește structuri mecanice suport SMS ce asigură prestrângerea structurilor piezoelectrice 5 și rigiditate axială la compresiune foarte mare pentru elementele active. Structurile mecanice suport SMS au aceeași construcție ca și în figurile anterioare (inel eliptic cu secțiune rectangulară, cu suprafețe plane, paralele la interior), singura diferență constă în faptul că

sunt plasate în 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 activ, aceeași cu a axei majore a inelului eliptic. Din considerente de claritate a reprezentării, în figura 9 structura piezoelectrică a elementului activ din față dreapta a fost îndepărtată. Dispare efectul de amplificare mecanică a deformației structurii piezoelectrice. Rămân valabile toate elementele constructiv-funcționale și tehnologice reliefate anterior în cazul figurilor 1÷8.

Platoul de referință 1 și cel mobil 3, deplasabil, pot fi realizate în diferite forme și 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;

-fiecare platou trebuie să materializeze cele trei suprafețe coplanare necesare atașării 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 inserția suportului monobloc 2 sau 2a împreună cu structurile piezoelectrice 5.

În acest sens, în figura 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 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 înlocuit cu un corp de tip poliedru hexagonal 7, cu masă (momente de inerție) mari. Ambele sunt fixate mecanic față de suportul mecanic monobloc 2 folosind șuruburi 4. Nu există contact fizic între corpul 7 și platoul 6 sau între acestea și suportul mecanic monobloc 2 altfel decât prin intermediul sistemului de prindere cu șuruburi 4. Suportul mecanic monobloc 2 împreună cu structurile piezoelectrice 5 păstrează caracteristicile constructiv-funcționale deja amintite anterior. Construcția din figura 10 poate utiliza și varianta 2a de structură mecanică monobloc (descrisă în figura 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 excitator presupune alimentarea structurilor piezoelectrice 5 cu tensiuni adecvate gradelor de libertate pe care se realizează excitația, pe frecvențele necesare. Deformațiile produse prin 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 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 generat pe electrozii acestora. Dacă structura pe care este fixat sistemul vibrează, atunci în sistemele piezoelectrice 5 se generează potențiale electrice proporționale cu accelerația mișcărilor vibratorii (prin efect piezoelectric direct). Prin calcule geometrice adecvate arhitecturii platformei se decelează mărimea accelerației pe fiecare dintre cele șase grade de libertate. 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 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 funcționarea ca amortizor dinamic pasiv de vibrații, se plasează pe electrozii structurilor piezoelectrice șunt-uri [6] formate dintr-o rezistor serie cu o bobină (realizându-se rezonanță electrică între inductanța bobinei și capacitatea structurii piezoelectrice pe frecvența de vibrație mecanică, cu disiparea energiei modale pe rezistor). Șunt-urile lucrează ca absorbitori și disipatori de energie modală. Pot fi imaginate soluții de utilizare a energiei modale astfel absorbite. Autoritatea amortizorului asupra structurii mecanice de amortizat depinde esențial de masa corpului 7.

Revendicări

1. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, bazat pe platformă Gough-Stewart în arhitectură cubică, care în scopul izolării antivibratorii sau a amortizării active și pasive a structurilor sau a inducerii vibrațiilor (excitare modală) sau pentru operațiuni de prelucrare, control și manipulare este format dintr-un ansamblu alcătuit dintr-un platou inferior, de referință, fix, (1) solidar -asamblat prin intermediul a trei șuruburi (4)- cu un suport mecanic monobloc (2), care prin deformația controlată a șase elemente active constituente produce micropoziționarea, microorientarea sau microdeplasarea după șase grade de libertate a unui platou mobil (3), solidarizat cu suportul mecanic monobloc (2) prin intermediul a trei șuruburi (4).
2. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicarea 1, caracterizat prin aceea că suportul mecanic monobloc (2) este constituit dintr-un singur corp fizic și materializează șase brațe identice interconectate între ele prin intermediul a șase zone (ZA) folosite și la asamblare, trei pentru asamblarea cu platoul (1) și trei pentru asamblarea cu platoul (3), cu ajutorul șuruburilor (4).
3. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1 și 2 caracterizat prin aceea că cele șase brațe ale suportului mecanic monobloc conțin fiecare câte o structură mecanică suport (SMS), câte o structură piezoelectrică (5), câte două sectoare de interconetare cu secțiune transversală pătrată și două articulații flexibile (AF) pe capete și realizează funcțiile a câte unui element activ cu alungire-comprimare controlată, astfel 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 diagonală mare (d_M) a cubului și trei rotații (r_x, r_y, r_z) în jurul acestor axe.
4. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1, 2 și 3 caracterizat prin aceea că în

suportul mecanic monobloc (2) fiecare dintre cele șase brațe (elemente active) are pe axa de simetrie câte o latură (l) a cubului dintre cele șase laturi neconcurente cu diagonala mare (d_M) definindu-se șase puncte de intersecție a laturilor alăturate, trei dintre puncte sunt 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).

5. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1, 2, 3 și 4, caracterizat prin aceea că pe cele șase zone de asamblare-interconectare (ZA) ale suportului monobloc (2) se materializează două plane de prindere, un plan de prindere (PP_1) folosit pentru asamblare cu platoul (1) și un plan de prindere (PP_2) folosit pentru asamblare cu platoul (3), cele două plane sunt paralele între ele, și cu planele diagonale (PD_1 , PD_2) și sunt la distanță minim posibilă constructiv față de acestea; pe cele șase zone de asamblare-interconectare (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).
6. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1, 2, 3, 4 și 5, 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, se realizează exclusiv prin operațiuni de prelevare de material (de exemplu 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.
7. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1, 2, 3, 4, 5 și 6 caracterizat prin aceea că fiecare dintre cele douăsprezece articulații flexibile (AF) au câte două grade de libertate elastic-flexională, cu două axe de flexiune (încovoiere) -de exemplu (l) și

(II)-, intersectate și reciproc perpendiculare între ele și pe suprafețele sectoarelor de interconectare, punctul de intersecție al axelor fiind plasat în proximitatea zonelor de asamblare-interconectare (ZA) cât mai aproape de punctele de intersecție a diagonalelor mici (d_m) din planele diagonale (PD_1) și (PD_2); fiecare axă de flexiune (încovoiere) se definește cu ajutorul a câte două canale riglate (rigla paralelă cu axa), în arc de cerc, simetrice, realizabile prin electroeroziune 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; din rațiuni de optimizare (de exemplu creșterea rezistenței la oboseală de încovoiere), canalele pot avea și alte forme descriptibile sau nu analitic.

8. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1, 2, 3, 4, 5, 6 și 7, caracterizat prin aceea că suportul mecanic monobloc (2) este conținut într-un tub hexagonal virtual, regulat, pe fiecare pereche de pereți paraleli ai acestuia se găsesc câte două brațe ce materializează elemente active, acestea având aceeași proiecție într-un plan paralel cu respectivii pereți.
9. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 și 8 caracterizat prin aceea că suportul mecanic monobloc poate fi realizat într-o a doua variantă (2a) care păstrează majoritatea caracteristicilor primei variante (2), singura deosebire constă în faptul că fiecare dintre cele șase structuri mecanice suport (SMS) ca inel eliptic cu secțiune rectangulară, este plasat cu axa majoră pe direcția de alungire-comprimare a elementului activ corespunzător, aceasta îndeplinind numai funcția de prestrângere a structurii piezoelectrice, prin aceasta asigurându-se o rigiditate ridicată.
10. Sistem de micropoziționare, microorientare și microdeplasare cu șase grade de libertate, în conformitate cu revendicările 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 și 9 caracterizat prin aceea că suportul mecanic monobloc (2) sau (2a) împreună cu structurile piezoelectrice (5) poate fi asamblat prin intermediul șuruburilor (4) cu un platou de tip inel circular (6) și cu un corp de tip poliedru hexagonal (7) care are masă și momente de inerție mari; prin fixarea platoului (6) pe o structură mecanică cu masă distribuită sistemul are funcții multiple în regim dinamic după cum urmează:

a). excitator inerțial de vibrații cu șase grade de libertate pentru structura mecanică cu masă distribuită; în acest sens structurile piezoelectrice (5) se alimentează cu surse de energie modală corespunzătoare modurilor ce trebuie excitate, potențialul aplicat pe electrozii structurilor piezelectrice generează prin efect piezoelectric invers deformații cu caracter variabil convertite în structurile mecanice suport (SMS) și în elementele active în forțe și momente de excitație generate inerțial asupra platoului (6);

b). captor-traductor de vibrații (accelerometru) cu șase grade de libertate; în acest sens vibrațiile din structură mecanică cu masă distribuită sunt preluate ca deplasări absolute ale platoului (6) în timp ce corpul (7) este fix inerțial, în consecință se produc deformații ale elementelor active deci ale structurilor piezoelectrice (5) și prin efect piezoelectric direct se generează pe electrozii acestora potențiale electrice care prelucrate corespunzător produc informații legate de accelerația structurii mecanice cu masă distribuită pe cele șase grade de libertate;

c). amortizor dinamic activ/pasiv, inerțial, de vibrații cu șase grade de libertate; pentru varianta activă se alimentează structurile piezoelectrice (5) cu câte o sursă de putere modală negativă, pentru varianta pasivă se plasează pe electrozii structurilor piezoelectrice (5) un circuit serie format dintr-un rezistor și bobină, sau o inductanță generată sintetic, realizându-se rezonanță electrică între inductanța bobinei și capacitatea structurii piezoelectrice pe frecvența modului de vibrație amortizat, cu disiparea energiei modale pe rezistor; în ambele cazuri se generează forțe și momente în opoziție de fază cu vitezele mișcărilor vibratorii.

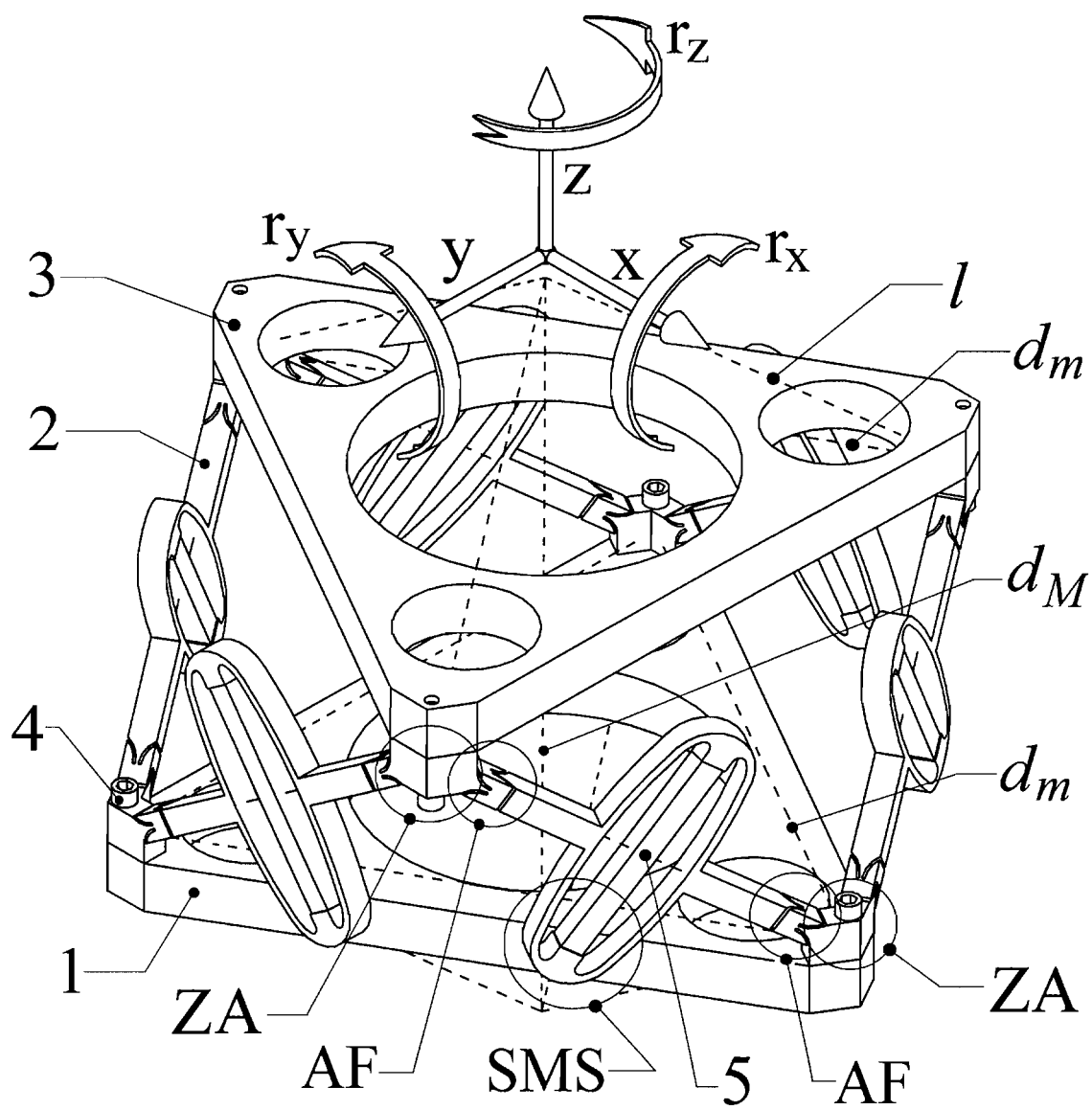


Figura 1

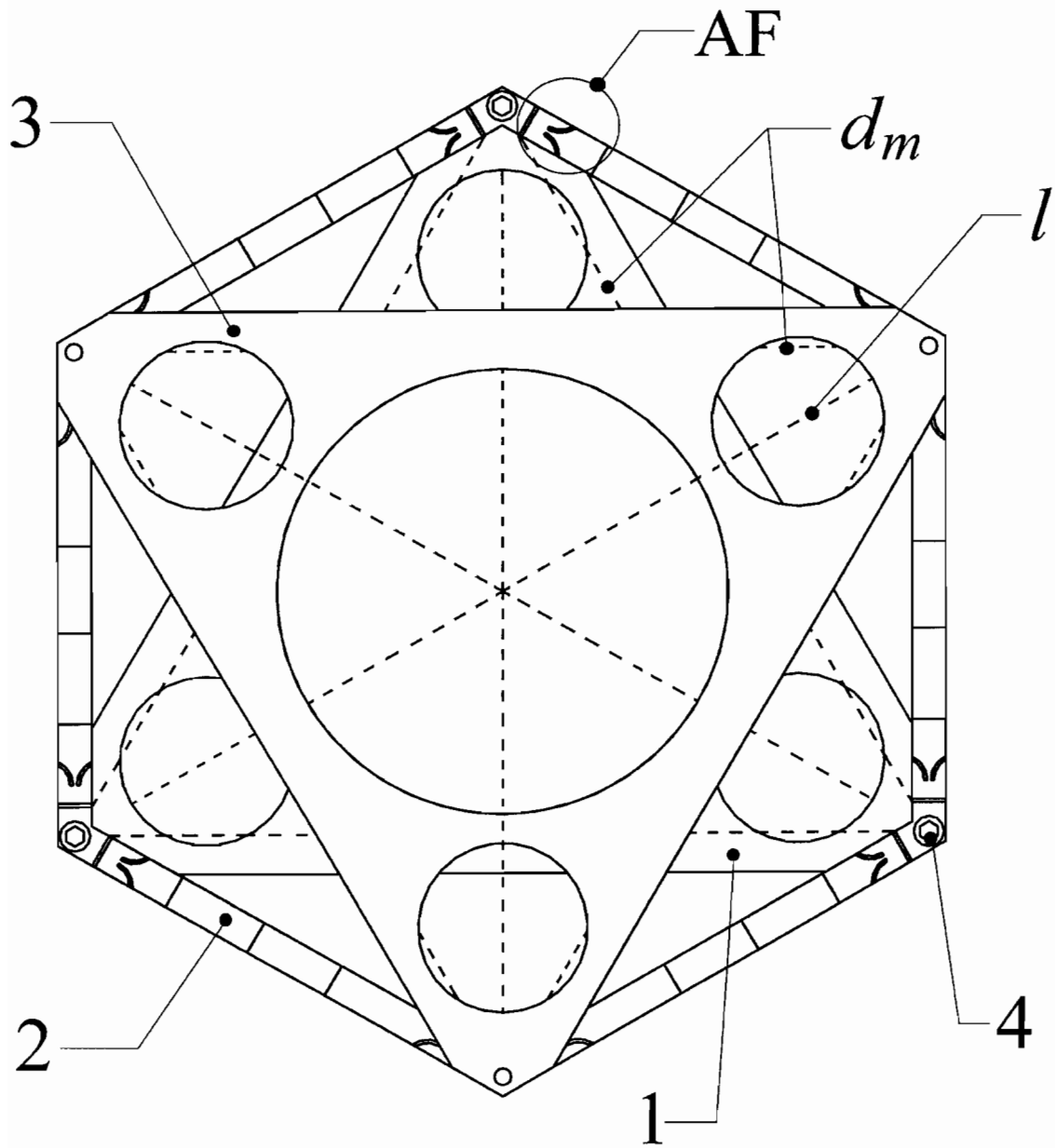


Figura 2

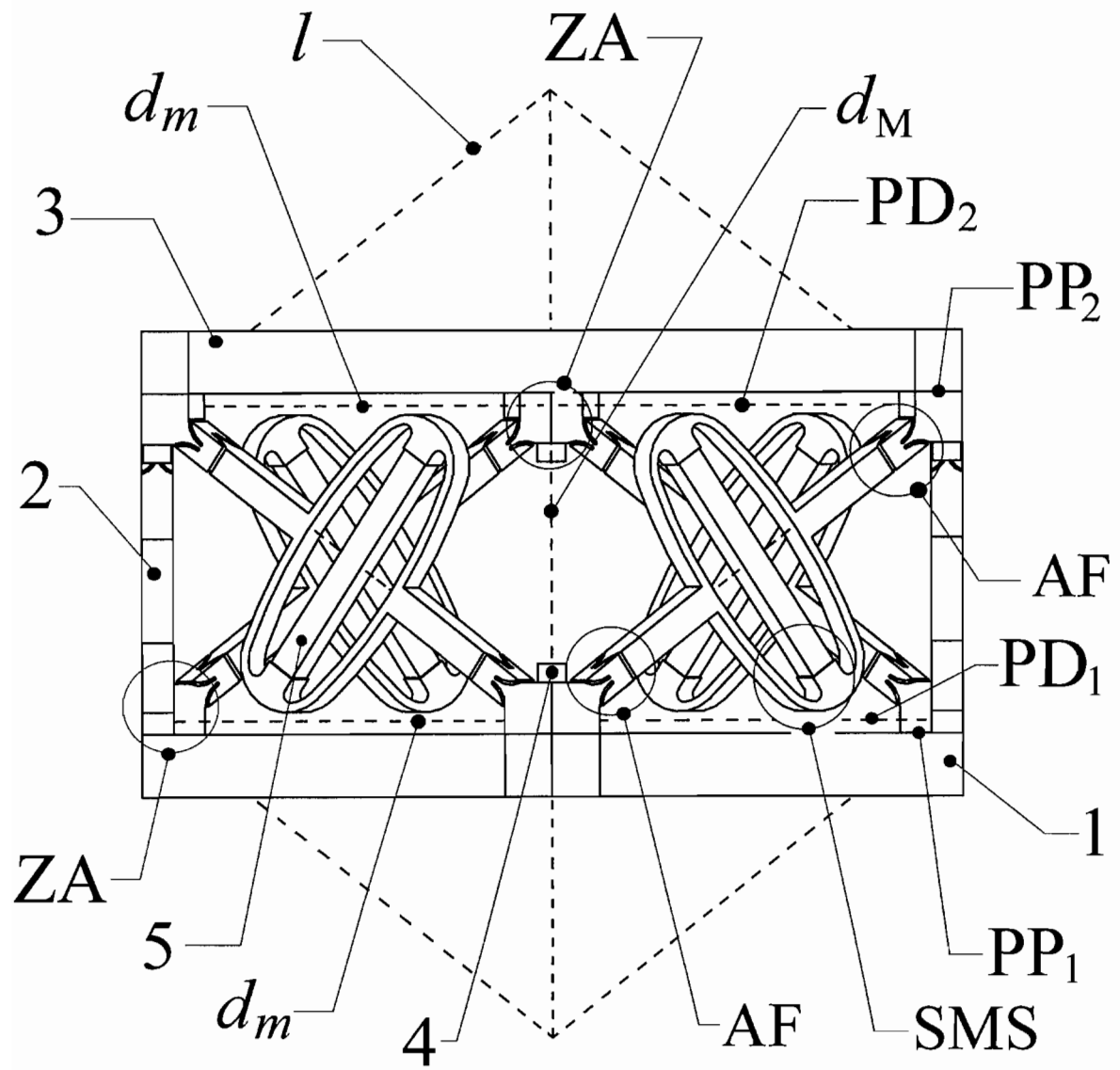


Figura 3

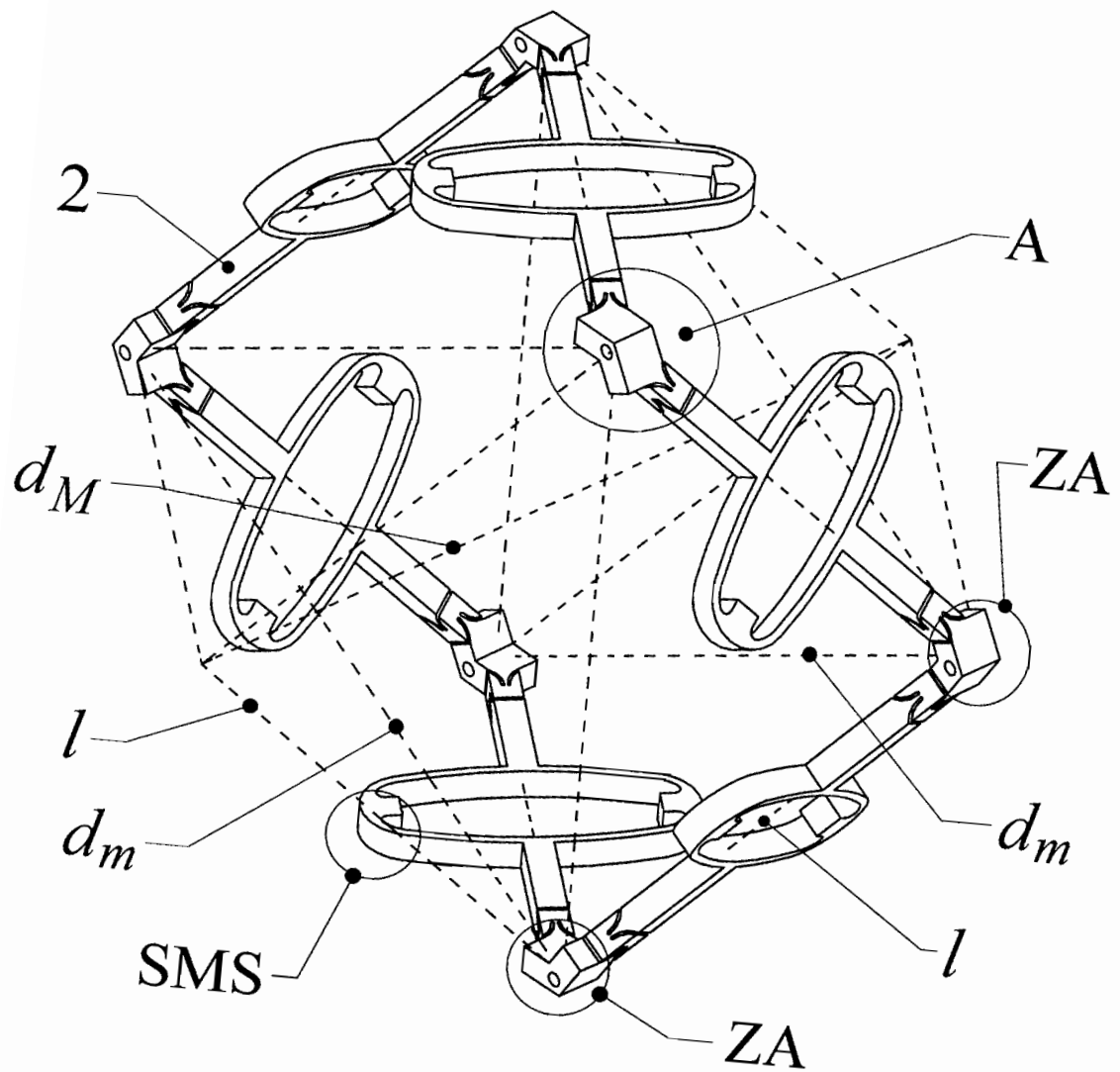


Figura 4

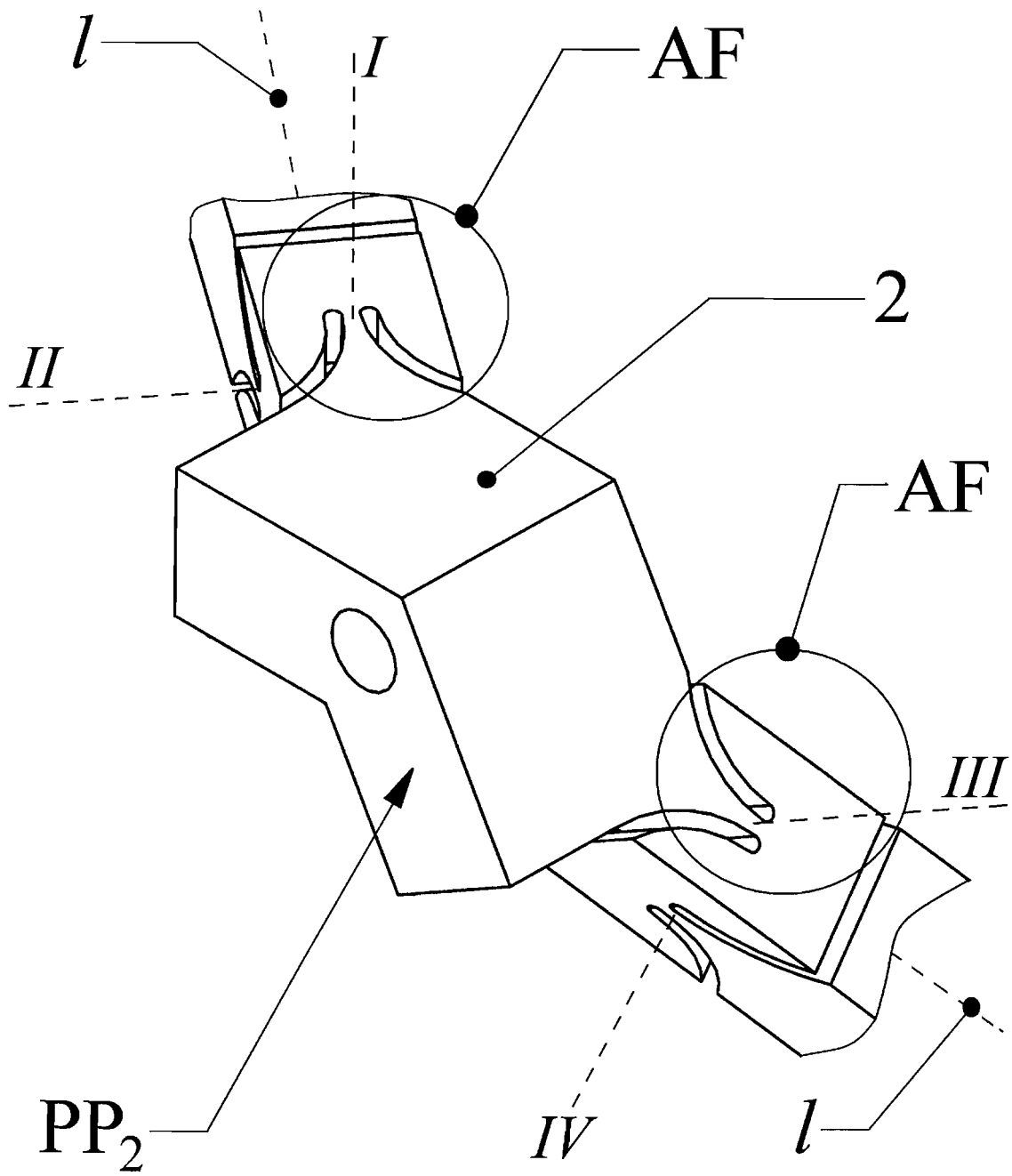


Figura 5

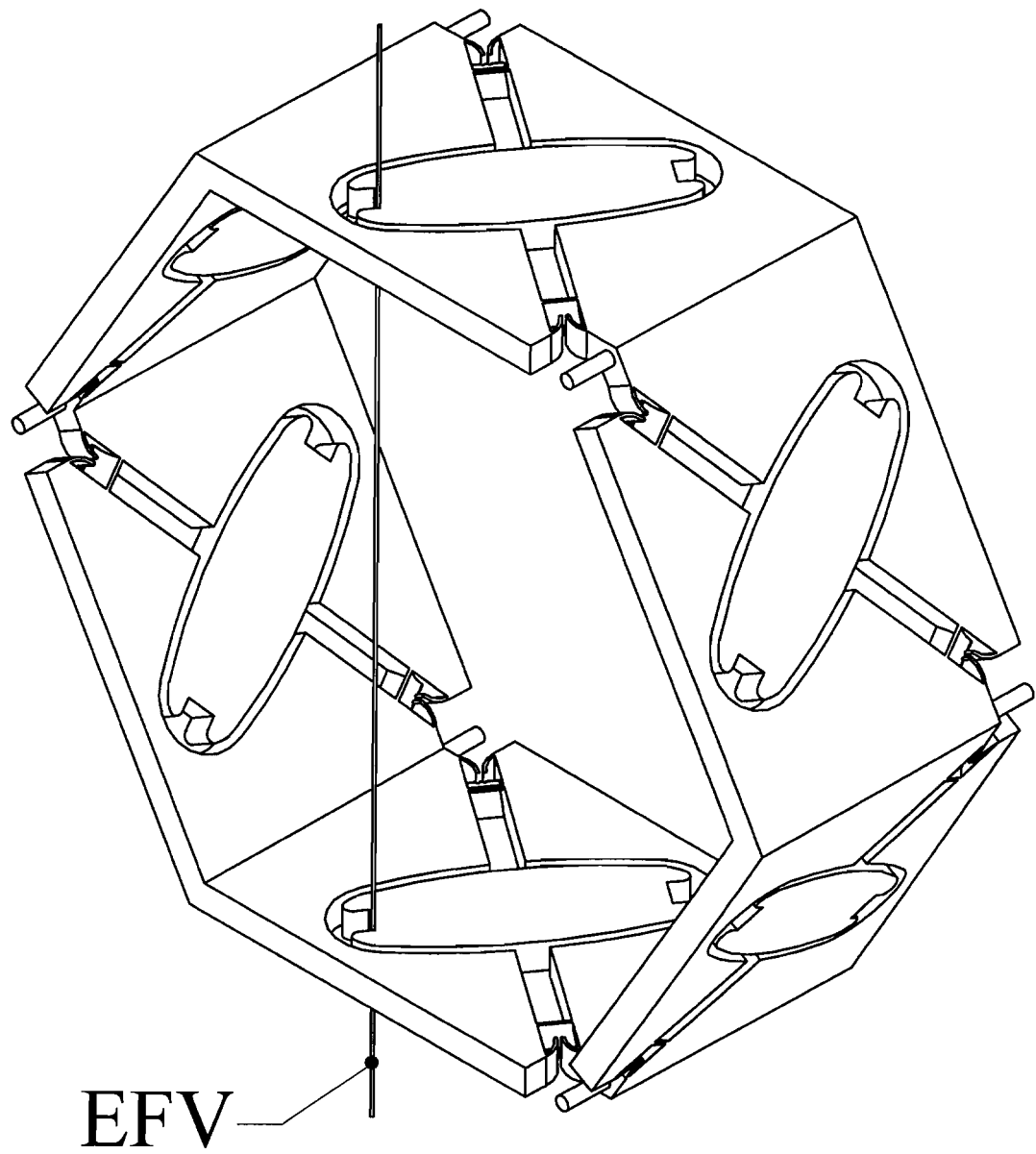


Figura 6

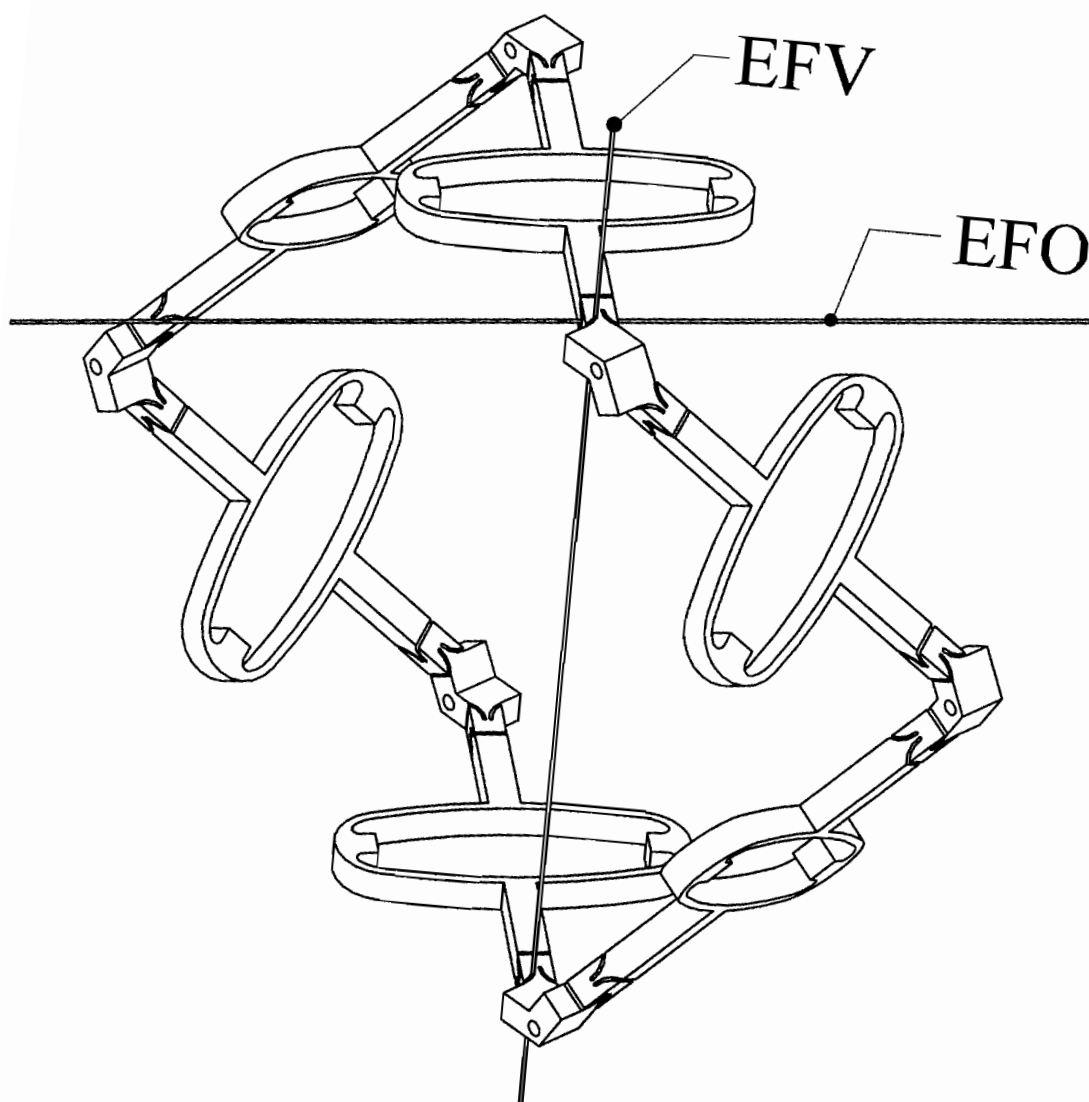


Figura 7

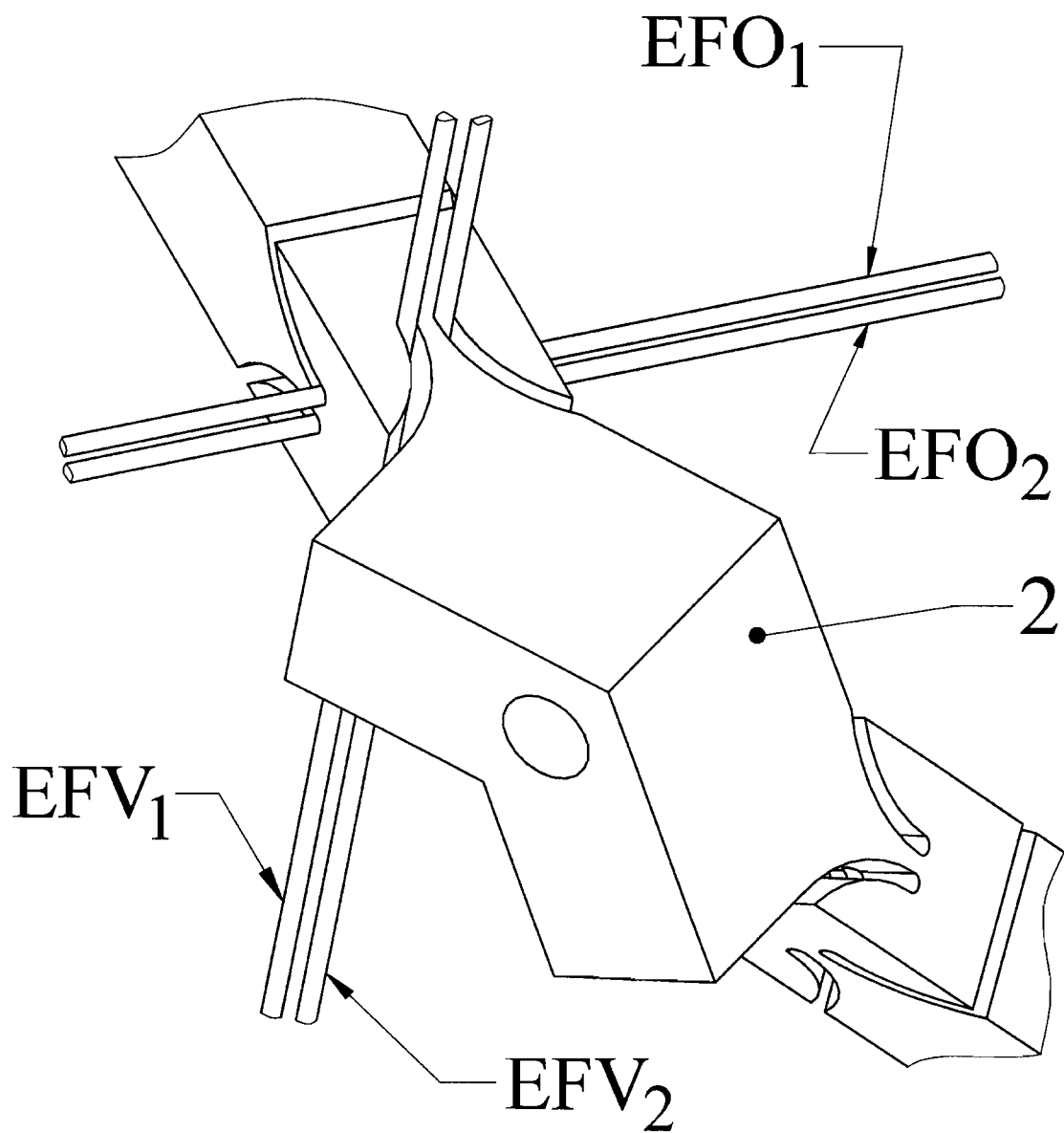


Figura 8

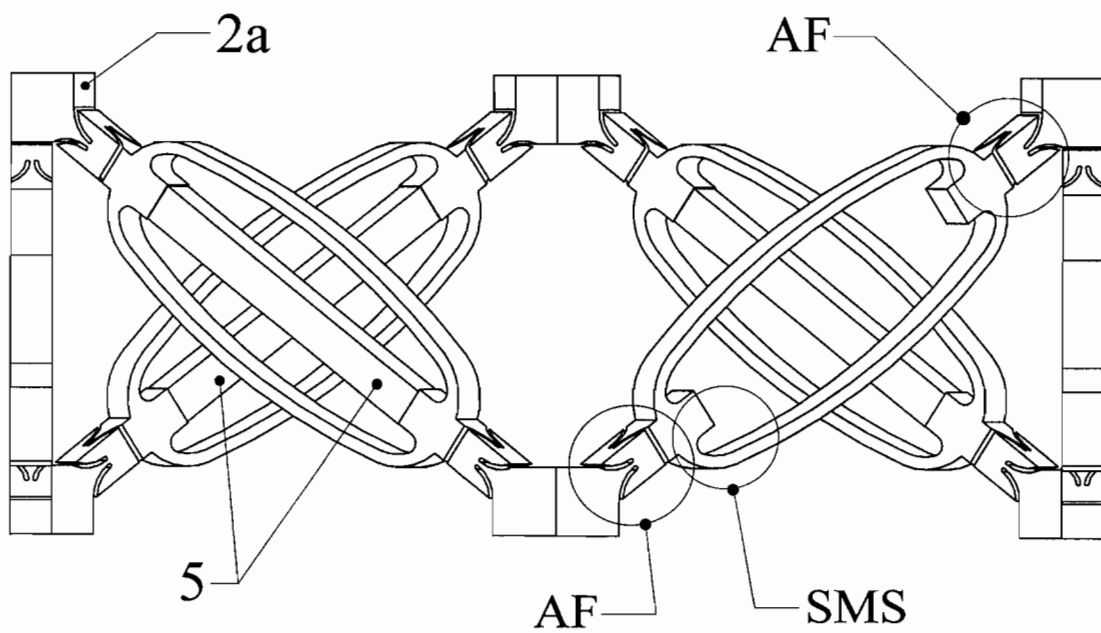


Figura 9

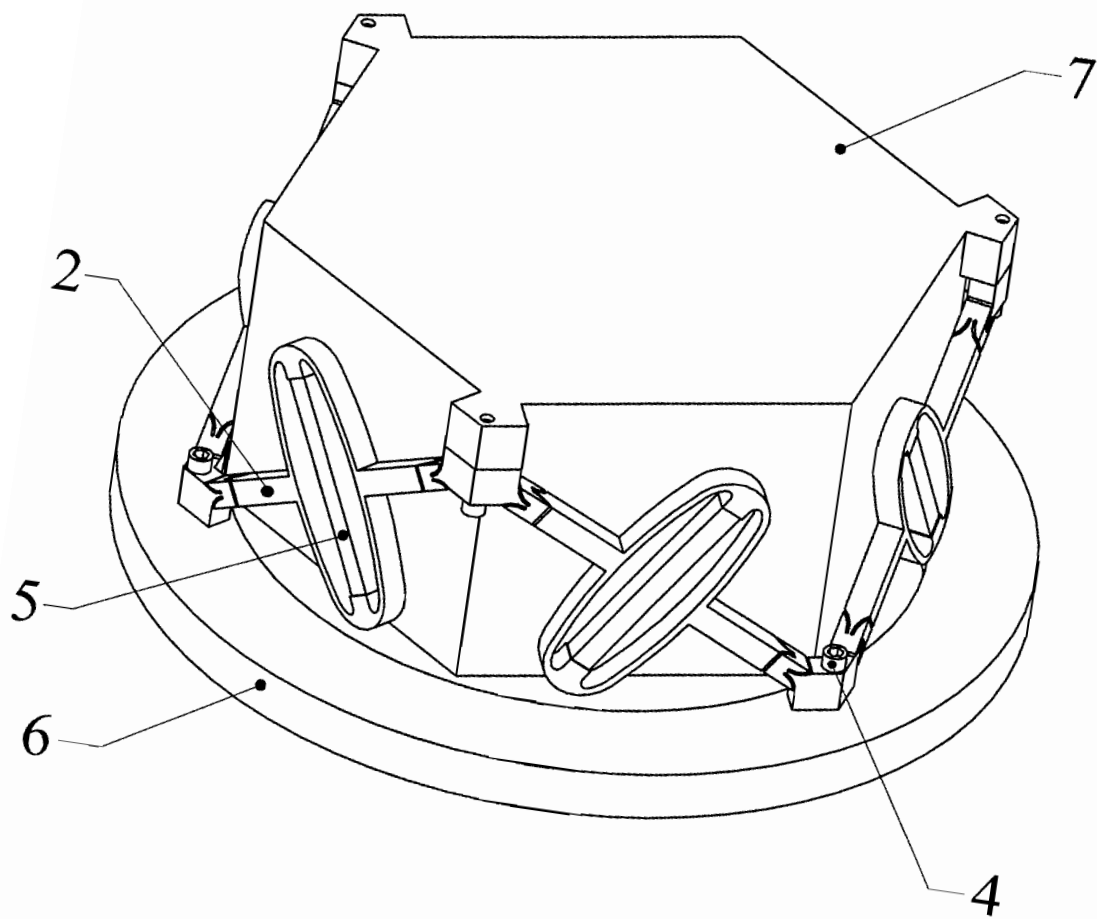


Figura 10