



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00887**

(22) Data de depozit: **24/09/2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/05/2018** BOPI nr. **5/2018**

(41) Data publicării cererii:
30/04/2012 BOPI nr. **4/2012**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:
• **BRIȘAN CORNEL, STR.DOROBANȚILOR
NR.89, BL.X 3, SC.1, AP.5, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO**

(74) Mandatar:
**CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL,
STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, SC.1,
AP. 2, CLUJ NAPOCA, JUDEȚUL CLUJ**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**A. D. FINISTAURI ET AL.,
"PARALLEL MANIPULATORS,
TOWARDS NEW APPLICATIONS",
CAP.18, PP.381-398,
ED. HUAPENG WU, RYVERSON
UNIVERSITY, CANADA, 2008;
A. V. KOROBEYNIKOV ET AL.,
"MODELING AND EVALUATING OF
STEWARD PLATFORM",
INTERNATIONAL CONFERENCE
GRAPHICON, NOVOSIBIRSK, 2005**

(54) **METODĂ DE GENERARE A STRUCTURILOR CINEMATICE
PENTRU ROBOȚI PARALELI, ȘI STRUCTURĂ
RECONFIGURABILĂ OBȚINUTĂ**



RO 127277 B1

1 Invenția se referă la o metodă de obținere prin reconfigurare a unui sistem de roboți
paraleli cu diverse grade de mobilitate și, respectiv, la elemente tipizate și modularizate
3 necesare acestei reconfigurări.

5 Roboții paraleli cunoscuți au o platformă fixă și o platformă mobilă, cele două
platforme fiind conectate printr-un număr de lanțuri cinematice identice sau diferite. În funcție
7 de numărul lanțurilor cinematice, de numărul și tipul cuplelor active și pasive, s-au dezvoltat
o gamă largă de roboți paraleli, având diverse grade de mobilitate. Alegerea unei anumite
9 structuri, cu un anumit număr de grade de mobilitate, se face și în funcție de specificul
aplicației pe care o va deservi robotul.

11 Proiectarea și realizarea structurii dorite a unui robot paralel prezintă dezavantaje
legate de particularitățile fiecărei structuri, de faptul că fiecare structură conține elemente
proprii.

13 Din documentul **“PARALLEL MANIPULATORS, TOWARDS NEW APPLICATIONS”**
- CAP. 18, **“ARCHITECTURE DESIGN AND OPTIMIZATION OF AN ON-THE-FLY**
15 **RECONFIGURABLE PARALLEL ROBOT”**- A.D. FINISTAURI ET. AL., se cunoaște o
metodă de proiectare constructivă și de optimizare rapidă a structurii roboților paraleli
17 reconfigurabili, ce sunt compuși dintr-o platformă fixă, una mobilă și mai multe brațe mobile
ce se compun, la rândul lor, dintr-un număr de lanțuri cinematice de tip SPU, fiecare lanț
19 SPU fiind compus dintr-o cuplă sferică, o cuplă prismatică, cu rol de cuplă motoare și dintr-o
cuplă universală sau un număr lanțuri cinematice (SPR), compuse dintr-o cuplă sferică, o
21 cuplă prismatică și o cuplă de rotație. Metoda constă în analiza și sinteza clasică a
mecanismului spațial cu trei până la șase grade de libertate, urmată de stabilirea optimală
23 a structurii brațelor mobile, în funcție de complexitatea spațiului de lucru, a mișcărilor și a
parametrilor necesari.

25 Din documentul **HAL-00342966** - „**A NEW MOTORCYCLE SIMULATOR**
PLATFORM”, LAMRI NEHAOUA & CO, se cunoaște un robot paralel cuprinzând actuatore
27 verticale, o platformă fixă și una mobilă, un număr de lanțuri cinematice formate din cuple
pasive, cuple motoare și elemente de legătură. Dinamica platformei este studiată prin
29 combinarea principiului Newton și a ecuațiilor Euler. Robotul prezintă trei grade de libertate.

31 De asemenea, sunt cunoscute metode de realizare a unor structuri reconfigurabile
de roboți paraleli care utilizează lanțuri cinematice și legături modularizate care permit
33 configurarea și reconfigurarea robotului. Dezavantajul metodelor cunoscute este dat de faptul
că permit numai realizarea unei game restrânse de roboți și că, în unele cazuri, necesită
elemente specifice structurii. Un alt dezavantaj al metodelor cunoscute este dat de faptul că
35 nu oferă un algoritm pe baza căruia să se aleagă modulele în funcție de structura dorită.

37 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în reconfigurarea unui sistem de
roboți paraleli prin generarea schemelor cinematice când gradul de libertate este impus și
39 prin folosirea unor elementele constructive tipizate care fac posibilă reconfigurarea
structurilor.

41 Invenția de față rezolvă problema tehnică menționată prin aceea că metoda
generează structuri cinematice pentru roboți paraleli care constau dintr-o platformă fixă, o
43 platformă mobilă, un număr a de lanțuri cinematic de tip SPU, fiecare lanț SPU fiind compus
dintr-o cuplă sferică, o cuplă prismatică, cu rol de cuplă motoare și dintr-o cuplă universală,
45 și un număr b de lanțuri cinematice SPR, compuse dintr-o cuplă sferică, o cuplă prismatică
și o cuplă de rotație, în care, într-o primă etapă, se alege în funcție de tipul aplicației, numărul
47 gradelor de libertate M ale robotului, în a doua etapă se determină numărul b de lanțuri
cinematice de tip PSU, din relația $b = 6 - M$, apoi, pe baza relației $M = a + b$, rezultă numărul
49 a de lanțuri cinematice de tip PSU, iar structura de roboți paraleli reconfigurabili dorită se
obține prin combinarea unui număr a de lanțuri cinematice identice, cu un număr b de lanțuri
51 cinematice identice, reconfigurabilitatea structurilor fiind asigurată prin utilizarea unor cote
de montaj identice, între cuple și elementele de fixare care formează lanțurile cinematice.

RO 127277 B1

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:	1
- structură reconfigurabilă, cu posibilități ușoare de extindere sau restrângere;	
- generarea schemei cinematice prin alegerea convenabilă a numărului b de lanțuri cinematice de tip SPU;	3
- utilizarea unor cuple cinematice tipizate;	5
- preț de cost scăzut și fiabilitate ridicată.	
Se dă, în continuare, un exemplu de aplicare a invenției, în legătura cu fig. 1...10, care reprezintă:	7
- fig. 1, schema lanțului cinematic SPU;	9
- fig. 2, schema lanțului cinematic SPR;	
- fig. 3, schema unui robot cu trei grade de libertate;	11
- fig. 4, schema unui robot cu patru grade de libertate;	
- fig. 5, schema unui robot cu cinci grade de libertate;	13
- fig. 6, schema unui robot cu șase grade de libertate;	
- fig. 7, cupla de rotație;	15
- fig. 8, cupla de universală;	
- fig. 9, cupla sferică;	17
- fig. 10, elementul de fixare.	
Metoda de generare a structurilor cinematice pentru roboți paraleli oferă un sistem de relații și un algoritm de generare a topologiei robotului care se bazează pe două tipuri de module de bază (lanțuri cinematice SPU, respectiv SPR).	19
Pentru a realiza structuri reconfigurabile, se utilizează două tipuri de module formate din următoarele lanțuri cinematice:	21
- lanț cinematic denumit SPU (Sferică-Prismatic-Universal) care este alcătuit dintr-o articulație sferică, o articulație prismatică având rol de cuplă motoare și, respectiv, o articulație universală, de tip cruce cardanică;	23
- lanț cinematic denumit SPR (Sferică-Prismatic-Rotațional) care este alcătuit dintr-o articulație sferică, o articulație prismatică și, respectiv, o articulație de rotație.	25
Pentru determinarea variantelor topologice ale sistemului de roboți paraleli reconfigurabili cu actuatori verticali, se iau în considerare următoarele ipoteze:	27
- fiecare robot are o platformă fixă și cel mult o platformă mobilă;	29
- platforma mobilă este conectată la platforma fixă numai cu lanțuri cinematice de tipul SPR sau/și SPU;	31
- numărul lanțurilor cinematice de tipul SPU se notează cu a;	33
- numărul lanțurilor cinematice de tipul SPR se notează cu b;	35
- toate articulațiile prismatice sunt active (motoare).	
Gradul de mobilitate al unui robot paralel ale cărui elemente nu sunt supuse la constrângeri geometrice comune se calculează cu relația:	37
$M = 6n - 5C_5 - 4C_4 - 3C_3 - 2C_2 - C_1 \quad (1)$	39
unde: M este gradul de mobilitate al robotului, n - numărul elementelor mobile ale robotului, C _i , (i = 1,5) - numărul articulațiilor care permit (6-i) mișcări.	41
Se observă că:	43
$M \geq 0, a \geq 0, b \geq 0 \quad (2)$	
$n = 2a + 2b + 1 \quad (3)$	45
$C_5 = a + 2b \quad (4)$	
$C_4 = a \quad (5)$	47
$C_3 = a + b \quad (6)$	
$C_2 = C_1 = 0 \quad (7)$	49

RO 127277 B1

1 Înlocuind relațiile (3)...(7) în relația (1) rezultă:

$$M = 6 - b, \quad (8)$$

3 Se observă, de asemenea, că:

$$M = a + b \quad (9)$$

5 Din relațiile (8) și (9) rezultă:

$$a = 0, b = 3, M = 3, \quad (10)$$

$$7 \quad a = 2, b = 2, M = 4, \quad (11)$$

$$a = 4, b = 1, M = 5, \quad (12)$$

$$9 \quad a = 6, b = 0, M = 6, \quad (13)$$

11 Relațiile (10) definesc topologic robotul paralel reconfigurabil cu trei grade de mobilitate, format dintr-o platformă fixă, o platformă mobilă și trei lanțuri cinematice de tipul SPR ($b = 3$).

13 Relațiile (11) definesc topologic robotul paralel reconfigurabil cu patru grade de mobilitate, format dintr-o platformă fixă, o platformă mobilă, două lanțuri cinematice de tipul SPU ($a = 2$) și două lanțuri cinematice de tipul SPR ($b = 2$).

15 Relațiile (12) definesc topologic robotul paralel reconfigurabil cu cinci grade de mobilitate, format dintr-o platformă fixă, o platformă mobilă, patru lanțuri cinematice de tipul SPU ($a = 4$) și un lanț cinematic de tipul SPR ($b = 1$).

17 Relațiile (13) definesc topologic robotul paralel reconfigurabil cu patru grade de mobilitate, format dintr-o platformă fixă, o platformă mobilă și șase lanțuri cinematice de tipul SPU ($a = 6$).

19 Structura cinematică pentru roboți paraleli reconfigurabilă cu actuatori verticali, obținută, conține conform invenției patru variante, reconfigurabile prin adăugarea sau eliminarea de lanțuri cinematice.

23 Structura cinematică pentru roboți paraleli utilizează două tipuri de lanțuri cinematice: SPU și SPR. Un lanț cinematic (fig. 1), denumit SPU (Sferic-Prismatic-Universal), care este alcătuit dintr-o articulație sferică **1**, o articulație prismatică **2** și, respectiv, o articulație universală **3**.

25 Un alt tip de lanț cinematic (fig. 2), denumit SPR (Sferic-Prismatic-Rotațional) este alcătuit dintr-o articulație sferică **4**, o articulație prismatică **5** și, respectiv, o articulație de rotație **6**.

27 Prin combinarea unui număr a de lanțuri cinematice SPU cu un număr b de lanțuri cinematice SPR rezultă variante de roboți paraleli cu 3, 4, 5 și 6 grade de libertate.

29 Structura unui robot paralel cu trei grade de mobilitate (fig. 3) conține trei lanțuri cinematice de tipul SPR care conectează o platformă fixă **9** cu o platformă mobilă **10**. Schema cinematică a acestui robot este formată din: platforma fixă **9**, platforma mobilă **10**, articulațiile sferice **11**, **12**, **13**, articulațiile prismatice **14**, **15**, **16** și articulațiile de rotație **17**, **18**, **19**.

31 Varianta unui robot cu patru grade de mobilitate (fig. 4) conține două lanțuri cinematice de tipul SPR și, respectiv, două lanțuri de tipul SPU, care conectează platforma fixă **9** cu platforma mobilă **10**. Schema cinematică a acestui robot este formată din: platforma fixă **9**, platforma mobilă **10**, articulațiile sferice **20**, **21**, **22**, **23**, articulațiile prismatice **24**, **25**, **26**, **27**, articulațiile universale **28**, **29**, și articulațiile de rotație **30**, **31**.

33 Varianta robotului cu cinci grade de mobilitate (fig. 5) conține un lanț cinematic de tipul SPR și, respectiv, patru lanțuri de tipul SPU care conectează o platformă fixă **9** cu o platformă mobilă **10**. Schema cinematică a acestui robot este formată din: platforma fixă **9**, platforma mobilă **10**, articulațiile sferice **32**, **33**, **34**, **35**, **36**, articulațiile prismatice **37**, **38**, **39**, **40**, **41**, articulațiile universale **42**, **43**, **44**, **45** și articulația de rotație **46**.

RO 127277 B1

Structura robotului cu șase grade de mobilitate (fig. 6) conține șase lanțuri de tipul SPU cu care se conectează platforma fixă 9 cu platforma mobilă 10 . Schema cinematică a acestui robot este formată din: platforma fixă 9 , platforma mobilă 10 , articulațiile sferice 47 , 48 , 49 , 50 , 51 , 52 , articulațiile prismatice 53 , 54 , 55 , 56 , 57 , 58 , articulațiile universale 59 , 60 , 61 , 62 , 63 , 64 .	1 3 5
Reconfigurabilitatea structurilor este asigurată prin utilizarea aceluiași cote de montaj între elementele care formează roboții. Astfel, articulația de rotație (fig. 7), articulația universală (fig. 8), articulația sferică (fig. 9) și elementul de fixare (fig. 10) au cote de montaj L și D identice.	7 9
Cupla de rotație 6 este alcătuită dintr-un element 65 și un element 66 , ambele având părțile terminale cu cotele de montaj L și D identice.	11
Cupla universală 3 este alcătuită dintr-un element 67 , un element 68 și un cardan 69 . Elementele de legătură 67 și 68 au părțile terminale cu cotele de montaj L și D identice.	13
Cupla sferică 1 este alcătuită dintr-un cardan 70 și două elemente 71 și 72 având părțile terminale cu cotele de montaj L și D identice.	15
Legătura dintre cuplele dinspre partea platformei fixe 9 și cele dinspre partea platformei mobile 10 se face prin intermediul cuplelor de translație.	17
Legătura cuplelor 1 și 4 cu platforma fixă 9 , respectiv a cuplelor 2 și 6 cu platforma mobilă 10 , se face prin intermediul elementelor de fixare 73 .	19

RO 127277 B1

Revendicări

1

3

1. Metodă de generare a structurilor cinematice pentru roboți paraleli care constau dintr-o platformă fixă (9), o platformă mobilă (10), un număr a de lanțuri cinematic de tip SPU, fiecare lanț SPU fiind compus dintr-o cuplă sferică (1), o cuplă prismatică (2), cu rol de cuplă motoare și dintr-o cuplă universală (3) și un număr b de lanțuri cinematice tip SPR, compuse dintr-o cuplă sferică (4), o cuplă prismatică (5) și o cuplă de rotație (6), **caracterizată prin aceea că**, într-o primă etapă, se alege, în funcție de tipul aplicației, numărul gradelor de libertate M ale robotului, în a doua etapă se determină numărul b de lanțuri cinematice de tip SPR din relația $b = 6 - M$, apoi, pe baza relației $M = a + b$, rezultă numărul a de lanțuri cinematice de tip PSU, iar reconfigurarea structurilor este asigurată prin utilizarea aceluiași dimensiuni de montaj (L și D) între elementele de legătură ale cuplelor cinematice.

13

15

2. Metodă de generare în conformitate cu revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** topologia robotului paralel reconfigurabil cu trei grade de libertate conține un număr de trei lanțuri cinematice de tip SPR ($b = 3$) și niciun lanț cinematic de tip SPU ($a = 0$).

17

19

3. Metodă de generare în conformitate cu revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** topologia robotului paralel reconfigurabil cu patru grade de libertate conține un număr de două lanțuri cinematice de tip SPR ($b = 2$) și un număr de două lanțuri cinematice de tip SPU ($a = 2$).

21

23

4. Metodă de generare în conformitate cu revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** topologia robotului paralel reconfigurabil cu cinci grade de libertate conține un lanț cinematic de tip SPR ($b = 1$) și un număr de patru lanțuri cinematice de tip SPU ($a = 4$).

25

27

5. Metodă de generare în conformitate cu revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** topologia robotului paralel reconfigurabil cu șase grade de libertate conține un număr de șase lanțuri cinematice de tip SPU ($a = 6$) și niciun lanț cinematic de tip SPR ($b = 0$).

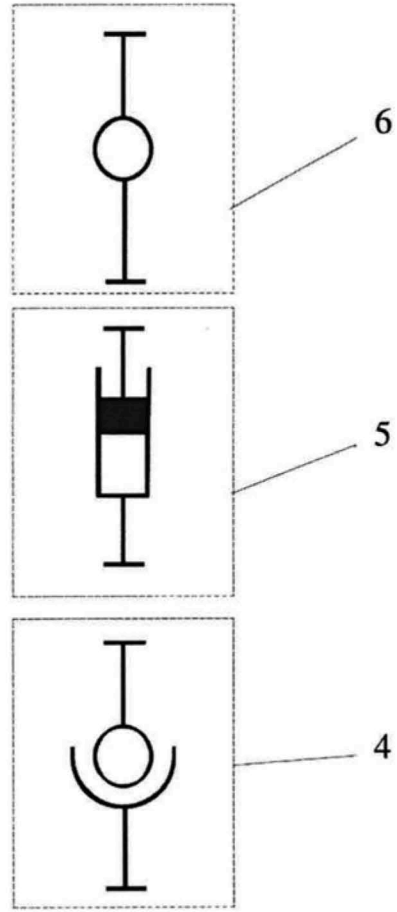
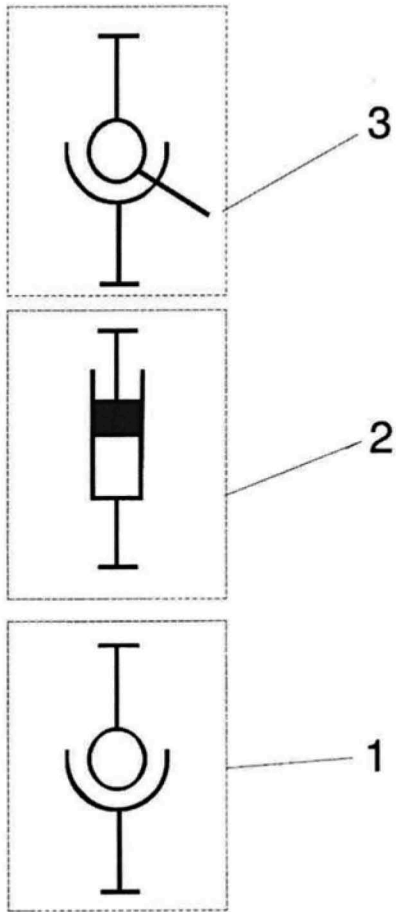
29

31

33

35

6. Structură de roboți paraleli reconfigurabili, compusă dintr-o platformă fixă (9), o platformă mobilă (10), lanțuri cinematice de tip SPU, fiecare lanț SPU fiind compus dintr-o cuplă sferică (1), o cuplă prismatică (2), cu rol de cuplă motoare, și dintr-o cuplă universală (3), și lanțuri cinematice SPR, compuse dintr-o cuplă sferică (4), o cuplă prismatică (5) și o cuplă de rotație (6), **caracterizată prin aceea că** structura reconfigurabilă se obține prin combinarea unui număr a de lanțuri cinematice SPU identice, cu un număr b de lanțuri cinematice SPR identice, sau numai din lanțuri cinematice de tip SPR, ori numai din lanțuri cinematice de tip SPU, reconfigurabilitatea structurilor fiind asigurată prin utilizarea unor cote de montaj (L și D) identice, între cuplele (1, 2, 3, 4 și 6) care formează lanțurile cinematice și elementele de fixare (73).



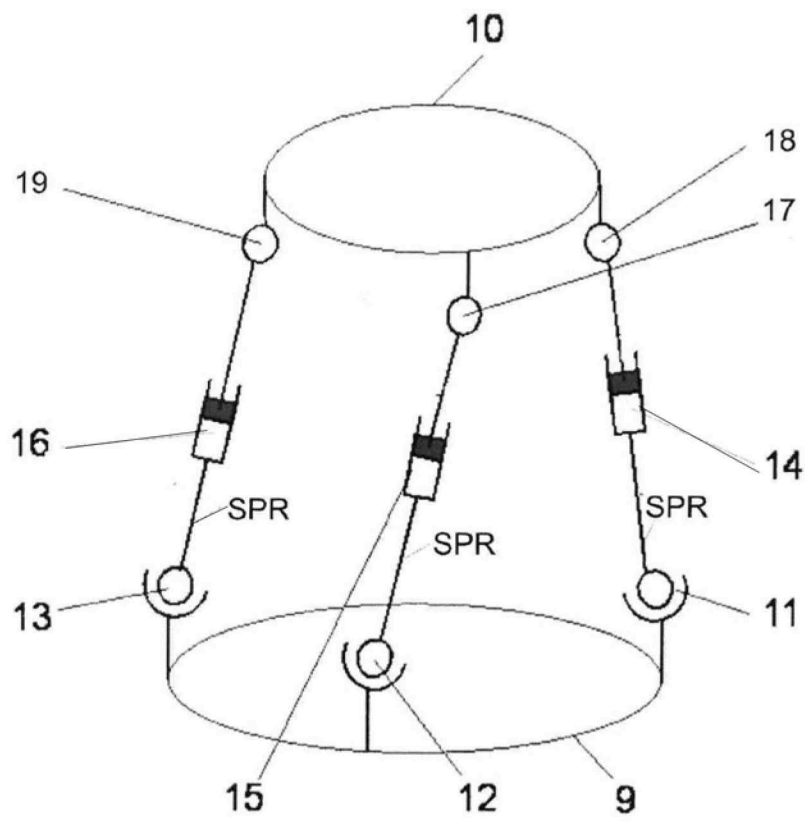


Fig. 3

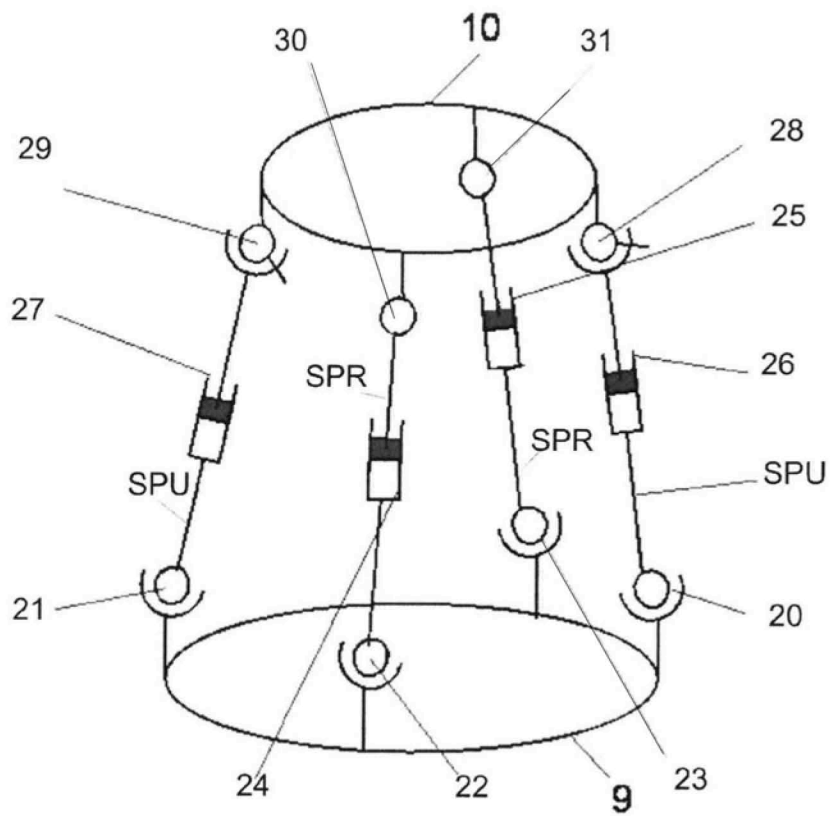


Fig. 4

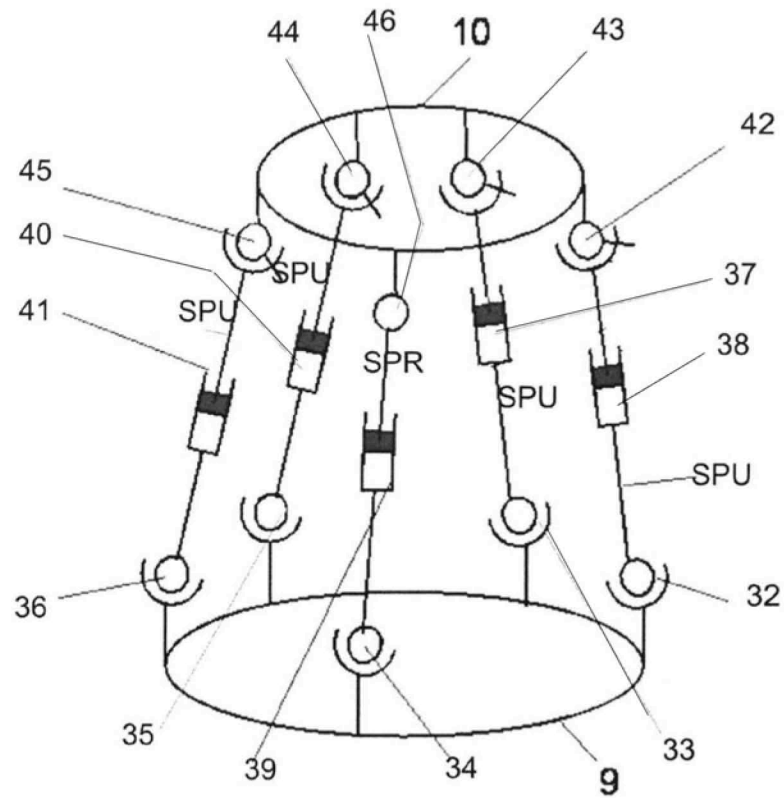


Fig. 5

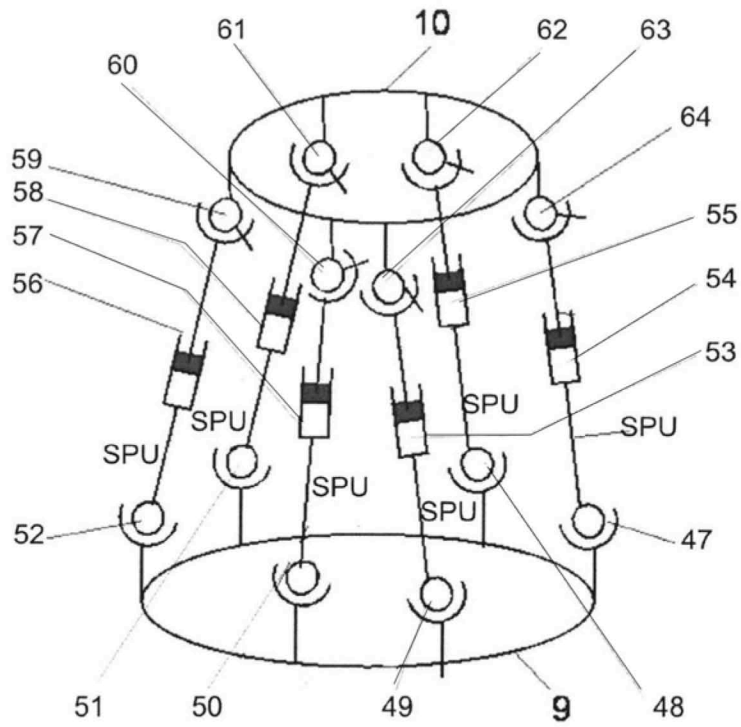


Fig. 6

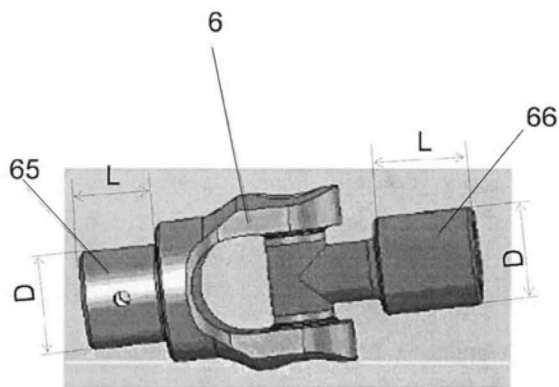


Fig. 7

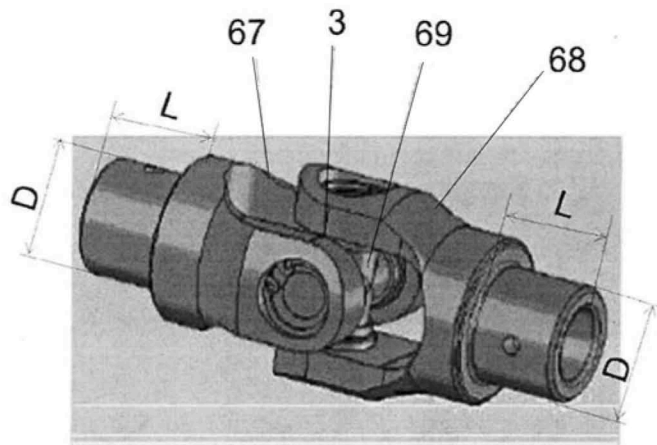


Fig. 8

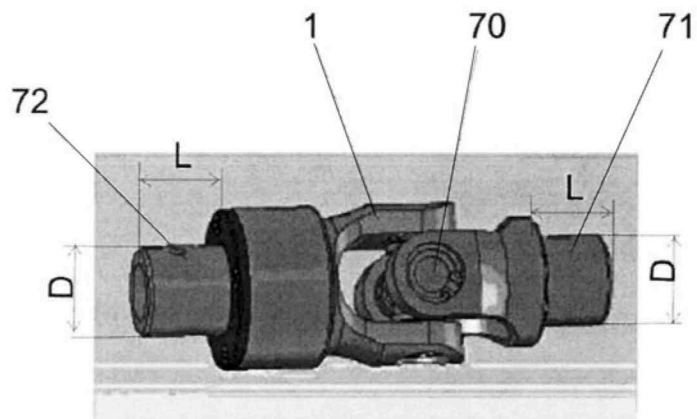


Fig. 9

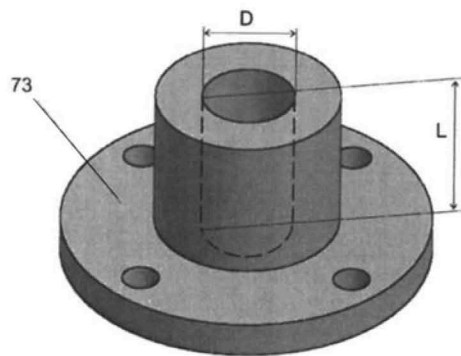


Fig. 10

