



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00887

(22) Data de depozit: 24.09.2010

(41) Data publicării cererii:
30.04.2012 BOPI nr. 4/2012

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• BRIȘAN CORNEL, STR.DOROBANȚILOR
NR.89, BL.X3, SC.1, AP.5, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO

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

(54) METODĂ ȘI MODULE DE RECONFIGURARE A ROBOȚILOR
PARALELI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de obținere prin reconfigurare a unui sistem de roboți paraleli, cu diverse grade de mobilitate, și, respectiv, la module necesare acestei reconfigurări. Metoda conform invenției constă, într-o primă etapă, în alegerea numărului gradelor de mobilitate (M) ale unui robot, apoi alegerea unui număr (b) de lanțuri cinematice de tip PSR și, în final, pe baza relației $M=a+b$, rezultă un număr (a) de lanțuri cinematice de tip PSU, capacitatea de reconfigurare a structurilor fiind asigurată prin folosirea acelorași dimensiuni de montaj între elementele de legătură ale unor cuple cinematice. Modulele conform invenției au două combinații de tipuri de lanțuri cinematice, un lanț cinematic (SPU) alcătuit din trei articulații (1, 2 și 3), sferică, prismatică și universală, și un lanț cinematic (SPR) alcătuit din trei articulații (4, 5 și 6), sferică, prismatică și de rotație; o structură reconfigurabilă poate integra numai lanțuri de tip SPR, numai lanțuri de tip PSU sau combinații de lanțuri PSR și PSU, lanțurile de același tip dintr-o structură fiind identice.

Revendicări: 4
Figuri: 9

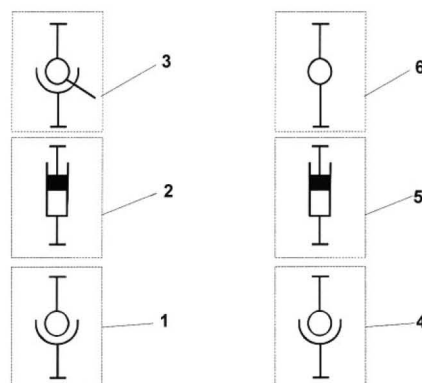
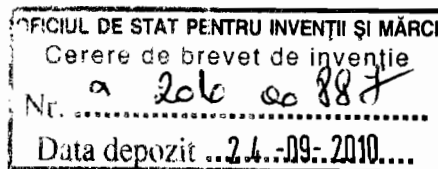


Fig. 1

Fig. 2





Metodă și module de reconfigurare a roboților paraleli

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

Roboții paraleli au o platformă fixă și o platformă mobilă, cele două platforme fiind conectate printr-un număr de lanțuri cinematice identice sau diferite. În funcție 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 structuri, cu un anumit număr de grade de mobilitate se face și în funcție de specificul aplicației pe care o va deservi robotul.

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

De asemenea, sunt cunoscute metode de realizare a unor structuri reconfigurabile de roboți paraleli care utilizează lanțuri cinematice și legături modularizate care permit 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 nu oferă un algoritm pe baza căruia să se aleagă modulele în funcție de structura dorită.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem de roboți paraleli reconfigurabili prin utilizarea unei metode de generare a schemelor cinematice ale acestor roboți și prin folosirea unor elementele constructive tipizate care fac posibilă reconfigurarea structurilor.

Metoda de generare a schemelor cinematice oferă un sistem de relații și un algoritm de generare a topologiei robotului care se bazează pe două tipuri de module de bază.

Pentru a realiza structuri reconfigurabile se utilizează două tipuri de lanțuri cinematice:

- lanț cinematic denumit SPU (Sfera – 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.
- lanț cinematic denumit SPR (Sferică –Prismatic –Rotațional) care este alcătuit dintre-o articulație sferică, o articulație prismatică și respectiv o articulație de rotație.

Pentru determinarea variantelor topologice ale sistemului de roboti paraleli reconfigurabili cu actuatori verticali se iau în considerare următoarele ipoteze:

- a) fiecare robot are o platforma fixă și cel mult o platformă mobilă;
- b) platforma mobilă este conectată la platforma fixă numai cu lanțuri cinematice de tipul SPR sau / și SPU;
- c) numărul lanțurilor cinematice de tipul SPU se notează cu a;
- d) numărul lanțurilor cinematice de tipul SPR se notează cu b;
- e) 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:

$$M = 6n - 5C_5 - 4C_4 - 3C_3 - 2C_2 - C_1 \quad (1)$$

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.

Se observa ca:

$$M \geq 0, a \geq 0, b \geq 0 \quad (2)$$

$$n = 2a + 2b + 1 \quad (3)$$

$$C_5 = a + 2b \quad (4)$$

$$C_4 = a \quad (5)$$

$$C_3 = a + b \quad (6)$$

$$C2 = C1 = 0 , \quad (7)$$

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

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

Se observa de asemenea că:

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

Din relațiile (8) și (9) rezultă:

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

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

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

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

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).

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 ($b=2$).

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 ($b=1$).

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 ($a=6$).

Se dă în continuare un exemplu de aplicare a invenției în legătura cu figurile 1, ..., 10, care reprezintă:

- figura 1, schema lanțului cinematic SPU;
- figura 2, schema lanțului cinematic SPR;
- figura 3, schema unui robot cu trei grade de libertate;
- figura 4, schema unui robot cu patru grade de libertate;
- figura 5, schema unui robot cu cinci grade de libertate;
- figura 6, schema unui robot cu șase grade de libertate;
- figura 7, cupla de rotație;
- figura 8, cupla de universală;
- figura 9, cupla sferică.

Sistemul de roboți paraleli reconfigurabili cu actuatori verticali propus, conține conform invenției patru variante, reconfigurabile prin adăugarea sau eliminarea de lanțuri cinematice.

Sistemul utilizează două tipuri de lanțuri cinematice: SPU și SPR. Un lanț cinematic denumit SPU - Sfera - Prismatic - Universal, (figura 1) care este alcătuit dintr-o articulație sferică (1), o articulație prismatică (2) și respectiv o articulație universală (3).

Un alt tip de lanț cinematic (figura 2), denumit SPR (Sferică - Prismatic - Rotațional) este alcătuit dintre-o articulație sferică (4), o articulație prismatică (5) și respectiv o articulație de rotație (6).

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.

Structura unui robot paralel cu trei grade de mobilitate (figura 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).

Varianta unui robot cu patru grade de mobilitate (figura 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).

Varianta robotului cu cinci grade de mobilitate (figura 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).

Structura robotului cu șase grade de mobilitate (figura 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).

Reconfigurabilitatea structurilor este asigurată prin utilizarea aceluiași cote de montaj între elementele care formează roboții. Astfel, articulația de rotație (figura 7), articulația universală (figura 8), articulația sferică (figura 9) și elementul de fixare (figura 10) au cote de montaj (L și D) identice.

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.

Cupla universală 3 este alcătuită dintr-un element 67 și un element 68 și un cardan 69. Elementele de legătură 67 și 68 au părțile terminale cu cotele de montaj L și D identice.

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.

Legătura dintre cuplele dinspre partea platformei fixe 9 și cele dinspre partea platformei mobile 10 se face prin intermediul cuplelor de translație.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- structură reconfigurabilă, cu posibilități ușoare de extindere sau restrângere;
- generarea schemei cinematice prin alegerea convenabilă a numărului de lanțurile cinematice de tip SPU;
- utilizarea unor cuple cinematice tipizate;
- preț de cost scăzut și fiabilitate ridicată.

REVENDICARI

1. Metoda de generare a structurilor cinematic pentru roboti paraleli reconfigurabil, roboți care constau dintr-o platformă fixă (9), o platformă mobilă (10), un număr a de lanțuri cinematic de tip (PSU), fiecare lanț PSU fiind compus dintr-o cuplă serică (1), o cuplă prismatică (2), cu rol de cuplă motoare și dintr-o cuplă universală (3), un număr de b lanțuri cinematice (PSR), compuse dintr-o cuplă sferică (4), o cuplă prismatică (5) și cuplă de rotație (6), **caracterizată prin aceea că**, în scopul realizării unor structuri reconfigurabile de roboți, într-o primă etapă se alege numărul gradelor de libertate M ale robotului, în timpul a doua etapă, se alege numărul b de lanțuri cinematice b de tip PSR, apoi, pe baza relației $M = a + b$ rezultă numărul a de lanțuri cinematice de tip (PSU), reconfigurabilitatea structurilor fiind asigurată prin utilizarea de același dimensiuni de montaj între elementele de legătură a cuplelor cinematice.
2. Metoda de generare a structurilor cinematic pentru roboti paraleli reconfigurabil, **caracterizată prin aceea că**, topologia robotului cu trei grade de libertate dat de relația (10) constă dintr-o platformă fixă (9), o platformă mobilă (10) și un număr de trei lanțuri cinematice de tip PSR ($b = 3$), topologia robotului cu patru grade de libertate dat de relația (11) constă dintr-o platformă fixă (9), o platformă mobilă (10), un număr de două lanțuri cinematice de tip PSR ($b = 2$) și un număr de două lanțuri cinematice de tip PSU ($a = 2$), topologia robotului cu cinci grade de libertate dat de relația (12) constă dintr-o platformă fixă (9), o platformă mobilă (10), un lanț cinematic de tip PSR ($b = 1$) și un număr de patru lanțuri cinematice de tip PSU ($a = 4$), iar topologia robotului cu șase grade de libertate dat de relația (12) constă dintr-o platformă fixă (9), o platformă mobilă (10) și un număr de șase lanțuri cinematice de tip PSU ($a = 6$).
3. Module de reconfigurare a roboților paraleli, **caracterizate prin aceea că**, utilizează două combinații de tipuri de lanțuri cinematice, un lanț cinematic denumit (SPU), care este alcătuit dintr-o articulație sferică (1), o articulație prismatică (2) și respectiv o articulație universală (3) și un alt tip de lanț cinematic, denumit (SPR), alcătuit dintre-o articulație sferică (4), o articulație prismatică (5) și respectiv o articulație de rotație (6), o structură reconfigurabilă poate integra numai lanțuri de tip (SPR), numai lanțuri de tip (PSU) sau combinații de lanțuri (PSR) și (PSU), lanțurile de același tip dintr-o structură fiind identice.

4. Module de reconfigurare a roboților paraleli conform revendicării 3, **caracterizate prin aceea că**, reconfigurabilitatea structurilor este asigurată prin utilizarea aceluiași cote de montaj între cuplele (1), (2), (3) și (6) care formează lanțurile cinematice, toate având elementele de legătură cu cotele de montaj (L și D) identice.

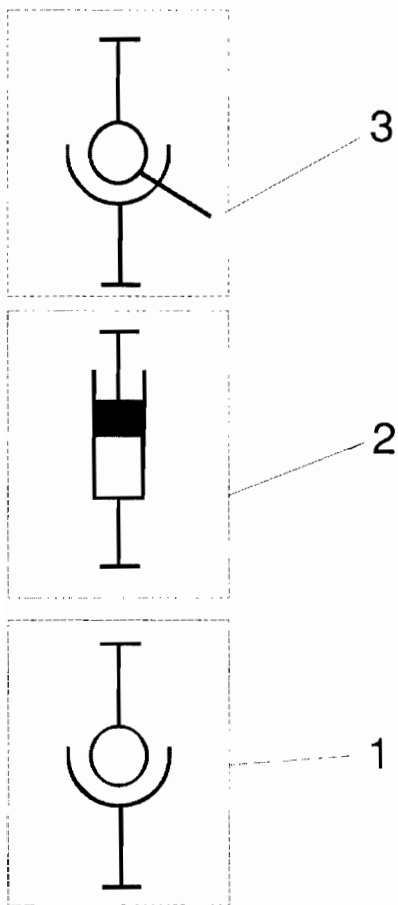


Figura 1

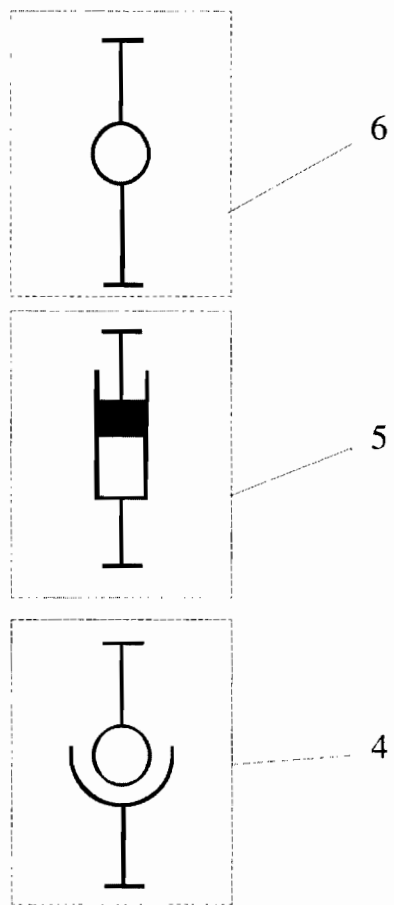


Figura 2

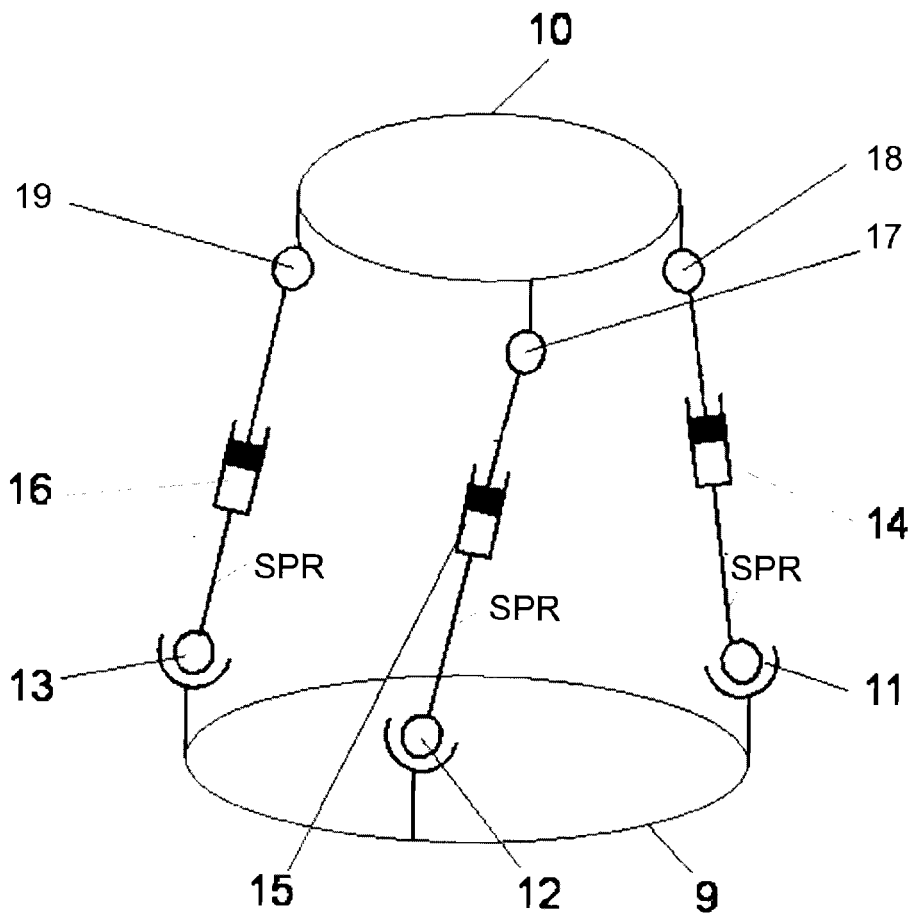


Figura 3

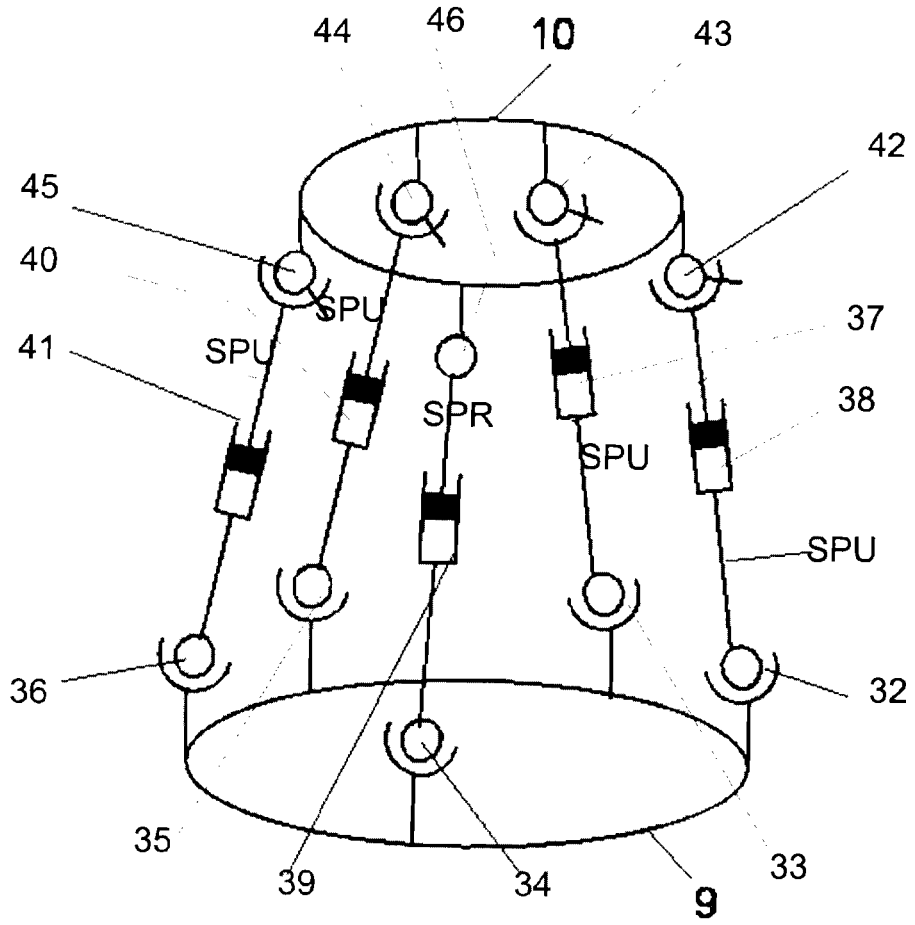


Figura 5

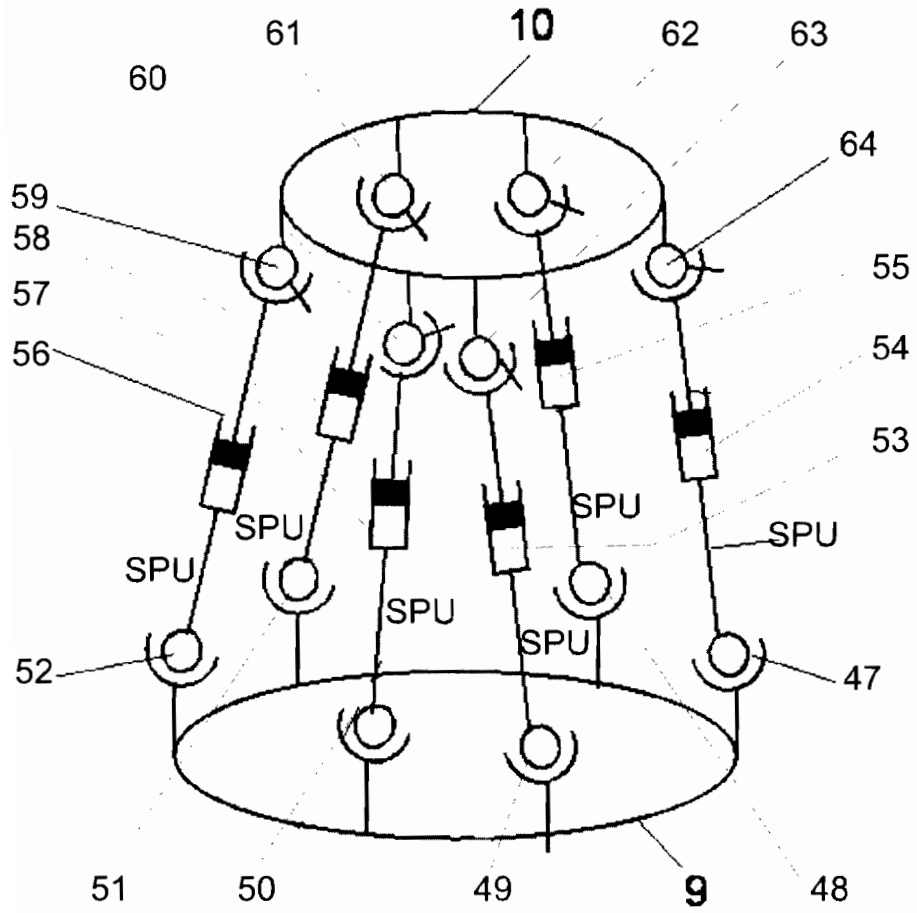


Figura 6

6

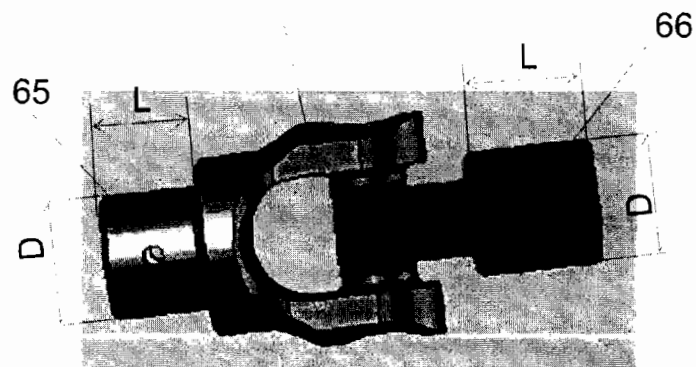


Figura 7

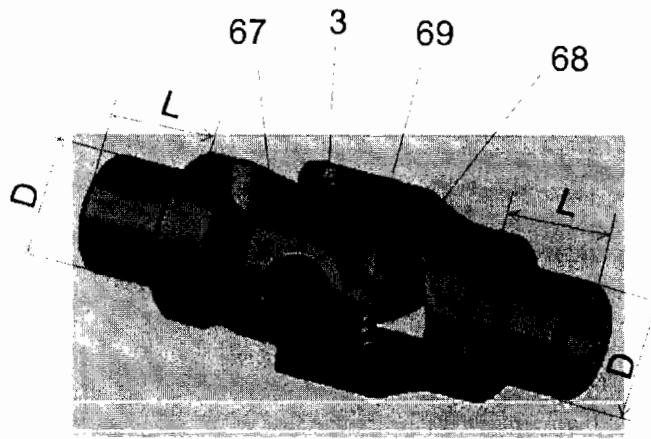


Figura 8

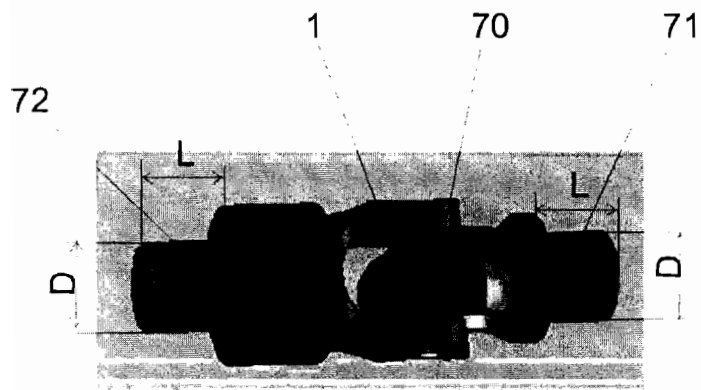


Figura 9