(19) OFICIUL DE STAT
PENTRU INVENŢII ŞI MĂRCI
Bucureşti

ROMÂNIA

(11) RO 126271 A2
(51) Int.Cl.
A61B 19/00 (2006.01);
B25J 9/02 (2006.01)

(12) # CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00525**

(22) Data de depozit: **07.07.2009**

(41) Data publicării cererii:
30.05.2011 BOPI nr. **5/2011**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA**,
STR.CONSTANTIN DAICOVICIU NR.15, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• **PLITEA NICOLAE**, *STR.MOISE NICOARĂ NR.18, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;*
• **PISLA DOINA LIANA**,
STR.HAȚEG NR.26/7, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• **VAIDA LIVIU CĂLIN**,
STR.ALEXANDRU VLAHUȚĂ, BL.LAMA A, AP.25, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• **GHERMAN BOGDAN GEORGE**,
STR.HOREA NR.59 A, BL.45 E, AP.6, CÂMPENI, AB, RO

(54) # ROBOT CHIRURGICAL

(57) **Rezumat:**

Prezenta invenție se referă la un robot chirurgical alcătuit dintr-un modul de poziționare (**1**) cu trei grade de mobilitate, un modul de poziționare (**31**) cu cinci grade de mobilitate, care susține, printr-o cuplă cardanică (**2**), activă sau pasivă, un instrument chirurgical (**32**) cu trei grade de mobilitate şi mişcare activă, existând şi varianta ca pentru intervenții complexe să se poată utiliza un sistem de roboți chirurgicali alcătuit dintr-un robot (**57**) central cu un modul de orientare (**1**) cu trei grade de mobilitate şi doi roboți (**58**), respectiv (**59**), prevăzuți cu module de orientare (**31**) cu cinci grade de mobilitate şi cu câte un instrument chirurgical (**32**), în care robotul central (**57**) are rol de conducere a unui laparoscop sau a unei camere video şi roboții (**58**) şi (**59**) îndeplinesc funcții specifice mâinilor chirurgului.

Revendicări: 6
Figuri: 9

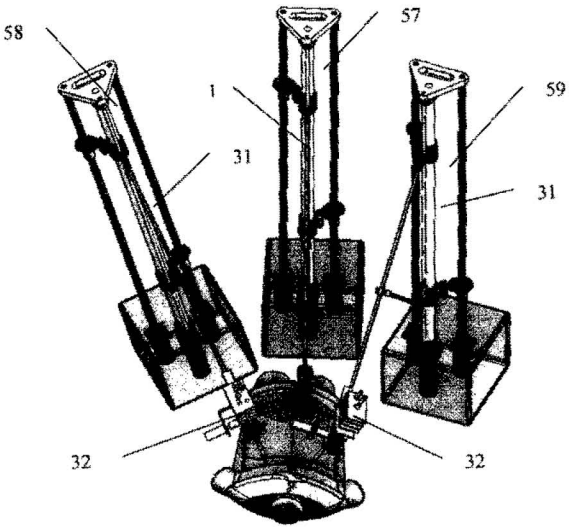

Fig. 9

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).

RO 126271 A2

a 2009 00 525
07-07-2009

Robot chirurgical

Invenția se referă la un robot conceput pentru aplicații medicale cum ar fi chirurgia laparoscopică.

Chirurgia robotizată prezintă câteva avantaje în comparație cu chirurgia laparoscopică clasică: mişcări mai ample ale instrumentului chirurgical, eliminarea tremuratului mâinii chirurgului, scalarea spațiului de lucru sau chiar o vizualizare 3D.

La ora actuală există pe plan mondial câteva sisteme robotizate brevetate pentru chirurgia laparoscopică, două exemple fiind prezentate mai jos.

Un robot utilizat în chirurgia laparoscopică [WO 2007088208] este alcătuit dintr-un modul de poziționare, care lucrează în coordonate cilindrice şi asigură o rotație a bazei robotului, o translație pe verticală şi o translație a brațului. Un antebraț, cu rolul de mecanism de orientare, furnizează două grade de libertate, prin două mişcări de rotație. Laparoscopul este fixat într-un dispozitiv montat la partea terminală a mecanismului de orientare. Efectorul final realizează şi el o mişcare de rotație, întregul robot având sase grade de libertate.

Dezavantajul principal al acestei invenții este dat de faptul că în timpul procesului de operare se solicită zona de incizie prin mişcările de poziționare şi orientare a instrumentului laparoscopic. Un alt dezavantaj este spațiul mic de lucru al instrumentului laparoscopic, restricție dată de sistemul de orientare al acestuia. Din aceste considerente acest sistem este recomandat pentru operații în spații mici, cum sunt operațiile pe cord.

De asemenea este cunoscut un sistem robotizat pentru chirurgie laparoscopică care permite exploatarea la distanță a unor instrumente chirurgicale printr-o mică incizie practicată în zona câmpului de operare. Acest sistem [JP 2007325960] se compune dintr-un modul de control cu două unități stânga/dreapta, care comandă două manipulatoare ce acționează în câmpul operator. Cele două manipulatoare, având cinci sau şase grade de libertate, sunt echipate cu surse de iluminare şi fibră optică pentru vizualizarea tridimensională a spațiului de lucru. Comanda celor două brațe se face de către operator prin intermediul a două manete.

Dezavantajele acestui sistem sunt legate de solicitarea laterală a zonei de incizie în timpul procesului de operare şi de complexitatea sistemului.

PROPRIETATE INDUSTRIALĂ
CIUPAN CORNEL
C.I.F. 22089986
CLUJ-NAPOCA

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față este realizarea unui robot chirurgical care să ofere simplitate tehnologică şi facilități de operare fără a solicita zona de incizie.

Robotul chirurgical, conform invenției, este alcătuit dintr-un modul de poziționare cu trei sau cu cinci grade de libertate, care realizează poziționarea unui instrument chirurgical activ, având funcții de prindere/tăiere/cauterizare, sau a unei camere video sau a altui instrument, în jurul unui punct fix în spațiu, corespunzător punctului de intrare în abdomen.

Se dau în continuare trei exemple de realizarea a invenției în legătură cu figurile 1, 2, ..., 9, care reprezintă:

- figura 1, schema cinematica a modulului de poziționare cu trei grade de mobilitate;
- figura 2, modulul de poziționare din figura 1, în varianta cu motoare rotative, reprezentare axonometrică;
- figura 3, modulul de poziționare din figura 1, în varianta cu motoare liniare, reprezentare axonometrică;
- figura 4, modulul de poziționare cu cinci grade de mobilitate, reprezentare axonometrică;
- figura 5, modulul de poziționare cu cinci grade de mobilitate, vedere de detaliu;
- figura 6, schema cinematica a instrumentului chirurgical;
- figura 7, instrumentul chirurgical, vedere de detaliu;
- figura 8, mecanismul de orientare al instrumentului chirurgical, vedere de detaliu;
- figura 9, sistem roboti format dintr-un modul de poziționare cu trei grade de mobilitate, şi a două module cu cinci grade de mobilitate.

Robotul chirurgical, conform invenției, este alcătuit dintr-un modul de poziționare 1, de care se leagă printr-o cuplă cardanică 2, un efector 3 cu rol de fixare a instrumentului laparoscopic 4.

Modulul de poziționare 1 are trei grade de mobilitate şi se compune dintr-un modul de rotație 5, care roteşte printr-o cuplă de rotație 6, un suport vertical 7, sub forma unui ax canelat. Pe suportul vertical 7 culisează o cuplă de translație 8 cu o cuplă de rotație 9 şi o cuplă de translație 10 cu o cuplă de rotație 11 de care se leagă un braț 12 ce susține efectorul 3 prin crucea cardanică 2. Brațul 12, susținut printr-o bară 13 cu ajutorul cuplelor de rotație 9 şi 14, efectuează o mişcare plană dată de poziția cuplelor de translație 8 şi 10 pe suportul vertical 7.

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL C.I.F. 22089960

Poziționarea efectorului 3 şi a instrumentului medical 4 în spațiul de lucru se realizează prin acțiunea corelată a cuplelor de translație 8, 10 şi a cuplei de rotație 6.

Poziționarea efectorului 3 în plan vertical se face prin deplasarea cuplelor de translație 8, 10. Astfel, apropierea efectorului 3 fața de suportul 7 se face prin depărtarea cuplelor 8 şi 10, prin mărirea distanței dintre acestea. Apropierea celor două cuple 8 şi 10 duce la depărtarea efectorului față de suportul 7. Poziționarea efectorului pe direcția axei Z se face prin ridicarea sau coborârea cuplelor 8 şi 10 pe suportul 7.

Modificarea unei coordonate motoare q_1, a cuplei de translație 8, se face cu ajutorul unui motor 15, a unei legăturii cinematice 16, având un raport de transfer corespunzător aplicației, şi a unui mecanism de transformare 17, cu rol de transformare a mişcării de translație în mişcare de rotație. În mod similar, a doua coordonată motoare q_2, a cuplei de translație 10, se modifică cu ajutorul unui motor 18 printr-o legătură cinematică 19 şi un mecanism de transformare 20.

Modificarea coordonatelor motoare q_1 şi q_2 se poate face şi prin utilizarea unor motoare liniare, cu acțiune directă asupra cuplelor de translație 8 şi 10, aşa cum se va arăta într-un exemplu de realizare a robotului (figura 3).

Mişcarea de rotație a întregului sistem în jurul axului suportului 7, prin modificarea unei coordonate motoare q_3, se realizează cu ajutorul unui motor 21 care acționează printr-o legătură cinematică 22 asupra suportului 7, imprimându-i o mişcare aferentă cuplei de rotație 6.

Un sistem coerent de relații matematice care iau în considerare elementele constructive ale robotului şi coordonatele cuplelor motoare, permite determinarea precisă a coordonatelor unui punct $A(X_A, Y_A, Z_A)$ şi, implicit, determinarea coordonatelor unui punct $C(X_C, Y_C, Z_C)$ aparținând vârfului instrumentului laparoscopic 4.

Scopul utilizării robotului este de realiza o poziționare precisă a vârfului instrumentului 4, determinat de punctul $C(X_C, Y_C, Z_C)$, în orice punct al câmpului operator 23 pentru a oferi medicului cele mai bune informații. Prezența cuplei cardanice 2, amplasată înaintea punctului de fixare a instrumentului 4 de efectorul 3, permite mişcarea instrumentului medical în jurul unui punct fix $B(X_B, Y_B, Z_B)$. Faptul că instrumentul medical se va mişca întotdeauna în jurul unui punct fix B, corespunzător zonei de incizie, constituie o particularitate şi un avantaj al

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALA
CIUPAN CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA

acestei invenții. Mai mult, datorită cuplei cardanice 2, pasive, robotul nu poate controla vârful instrumentului medical 4 dacă acesta nu are un punct fix de-a lungul său. Acest lucru permite utilizarea unui dispozitiv de ghidare (24), de forma unei cuple cu patru grade de libertate, amplasată la locul inciziei. Astfel, instrumentul poate fi poziționat în orice punct al câmpului operator utilizând o structură simplificată a unui robot paralel, cu trei grade de libertate.

Un prim exemplu de realizare a robotului, conform schemei cinematice din figura 1, se prezintă în figura 2. O platformă 25, amplasată la partea superioară a suportului 7, rigidizează ansamblul format din suportul 7, mecanismele de transformare de tip șurub-piuliță 17 și 20 și o tije 26, de blocare a rotirii cuplelor 8 și 10 în jurul suportului 7.

În figura 3 se prezintă al doilea exemplu de realizare a robotului. În acest exemplu, deplasarea cuplelor de translație 8 și 10 se realizează cu două motoare liniare, 27 și 28, hidraulice sau electrice, care glisează pe suporții 29 și 30. În mod similar cu exemplul din fig. 2, platforma 25, amplasată la partea superioară a suportului 7, rigidizează ansamblul format din suportul 7, suporții 29 și 30, ai motoarelor liniare 27 și 28 și o tije 26, cu rol de blocare a rotirii cuplelor 8 și 10 față de suportul 7.

Figura 4 reprezintă al treilea exemplu de realizare a robotului, cu un modul de poziționare 31, cu cinci grade de mobilitate, care susține un instrument chirurgical 32, cu trei grade de mobilitate și o mișcare activă, de prindere/tăiere/cauterizare. Modulul de poziționare 31, cu cinci grade de mobilitate, corespunzător acestui exemplu, se obține din modulul de orientare cu trei grade de libertate din figura 2 sau 3, prin transformarea crucii cardanice 2, dintr-o cuplă pasivă într-o cuplă activă, cu ajutorul motoarelor 33 și 34. Prezența motoarelor 33 și 34 permite mișcarea instrumentului medical în jurul unui punct fix $B(X_B, Y_B, Z_B)$, fără exercitarea unei presiuni asupra peretelui abdominal. Astfel, instrumentul poate fi poziționat în orice punct al câmpului operator utilizând o structură simplificată a unui robot paralel, cu cinci grade de mobilitate, fără a fi necesară utilizarea unui dispozitiv de ghidare 24.

Instrumentul chirurgical 32, care înlocuiește instrumentul chirurgical cu acționare manuală sau laparoscopul, se compune dintr-o carcasă 35 care susține un efector 36, cu un instrument 37, cu rol de prindere/tăiere. Acționarea instrumentului 37 se face cu ajutorul unui element motor 38, printr-o tije 39 și o cruce cardanică 40. Elementul motor 38 poate fi un electromagnet, un motor pneumatic liniar sau un motor electric cu un mecanism de transformare a mișcării de rotație în mișcare de translație.

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALĂ
CIUPAN CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA

Orientarea efectorului 36 se face prin intermediul unei cuple sferice 41, materializată de trei brațe articulate 42, 43 şi 44. Fiecare braț articulat se compune dintr-un element 45, care se leagă de efectorul 36, dintr-un element motor 46 care se leagă la una din tijele de acționare şi din cate doua elemente 47 prevăzute la ambele capete cu cuple de rotație. Brațul articulat 42 este acționat de către motorul 48 prin transmisia cu curele 49 şi axul tubular 50. În mod similar cu brațul 42, brațele 43 şi 44 sunt acționate de la motoarele 51, respectiv 52 prin transmisiile cu curele 53 şi 54 şi prin axele tubulare 55, 56.

Un sistem complex de roboti, care poate realiza operații chirurgicale (figura 9) se compune dintr-un robot central 57, având un modul de orientare 1, cu trei grade de mobilitate şi din doi roboti 58, respectiv 59, prevăzuți cu module de orientare 31, cu cinci grade de libertate şi cu cate un instrument chirurgical 29. În funcție de tipul şi complexitatea operației, robotul central are rolul de conducere a laparoscopului, în timp ce robotii 52 şi 53 realizează funcții specifice mâinilor chirurgului. Întregul sistem este coordonat de către chirurg, printr-un sistem de comandă adecvat cu ajutorul căruia chirurgul poate opera de la distanță, manipulând de la o consolă toate brațele robotului.

Prin aplicarea invenției rezultă următoarele avantaje:

- evitarea solicitărilor în zona de incizie;
- structură simplă, ieftină şi fiabilă;
- facilități în manipularea instrumentului medical.

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALĂ
CIUPAN CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA

a-2009-00525--
07-07-2009

REVENDICARI

1. Robotul chirurgical, alcătuit dintr-un modul de poziționare (1) cu trei grade de mobilitate, un efector (3) cu rol de fixare a unui instrument laparoscopic (4), caracterizat prin aceea ca în vederea obținerii unei structuri simple, suple, flexibila şi eficientă şi a unei poziționări precise, în orice punct al câmpului operator (23) utilizează o cuplă cardanică (2), pasivă, amplasată înaintea punctului de fixare a instrumentului (4) de efectorul (3) care permite mişcarea instrumentului medical în jurul unui punct fix (B), corespunzător zonei de incizie unde poate fi amplasat un dispozitiv de ghidare (24), de forma unei cuple cu patru grade de libertate.

2. Robotul chirurgical, conform revendicării 1, cu modul de poziționare cu trei grade de mobilitate acționat cu motoare rotative, caracterizat prin aceea ca modulul de poziționare (1) este prevăzut cu un suport vertical (7) de forma unui ax canelat, fixat pe un modul de rotație (5), pe care culisează o cuplă de translație (8) cu o cuplă de rotație (9) şi o cuplă de translație (10) cu o cuplă de rotație (11) de care se leagă un braț (12) susținut printr-o bară (13) cu ajutorul cuplelor de rotație (9) şi (14), o platformă 25 de forma triunghiulară, amplasată la partea superioară a suportului (7), rigidizează ansamblul format din suportul (7), mecanismele de transformare de tip şurub-piuliță (17) şi (20) şi o tije (26), de blocare a rotirii cuplelor (8) şi (10) în jurul suportului (7).

3. Robotul chirurgical, conform revendicării 2, cu modul de poziționare cu trei grade de mobilitate acționat cu motoare liniare, caracterizat prin aceea ca deplasarea cuplelor de translație (8) şi (10) se realizează cu două motoare liniare, (27) şi (28), hidraulice sau electrice, care glisează pe suporții (29) şi (30), iar o platformă (25) de forma triunghiulară, amplasată la partea superioară a suportului (7), rigidizează ansamblul format din modul de rotație (5), suportul (7), suporții (29) şi (30) şi tija (26).

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL C.I.F. 22089966 CLUJ-NAPOCA

4. Robotul chirurgical, conform revendicării 1, alcătuit dintr-un modul de poziționare (31), cu cinci grade de mobilitate, cu un instrument chirurgical (32), caracterizat prin aceea că în vederea automatizării complete a mişcărilor specifice actului chirurgical, utilizează un modul de poziționare (1) cu o cuplă cardanică (2), activă, acționată de motoarele (33) şi (34) care fac posibilă mişcarea instrumentului medical în jurul unui punct fix (B), fără exercitarea unei presiuni asupra peretelui abdominal şi fără a fi necesară prezența unui dispozitiv de ghidare (24).

5. Robot chirurgical, caracterizat prin aceea ca este prevăzut cu un instrument chirurgical (32), care se compune dintr-o carcasă (35) ce susține un efector (36), cu un instrument (37), acționat cu un element motor (38), printr-o tije (39) şi o cruce cardanică (40), orientarea efectorului (36) realizându-se prin intermediul unei cuple sferice (41), materializată de trei brațe articulate (42), (43) şi (44) acționate de la motoarele (48), (51) şi (52) prin transmisiile cu curele (49), (53) şi (54) şi prin arbori tubulari (50), (55) şi (56).

6. Sistem de roboți chirurgicali, conform revendicărilor 1, 2, ..., 5, caracterizat prin aceea că în scopul realizării unor operații complexe se compune dintr-un robot central (57), având un modul de orientare (1), cu trei grade de mobilitate şi din doi roboți (58), respectiv (59), prevăzuți cu module de orientare 31, cu cinci grade de libertate şi cu câte un instrument chirurgical 29, robotul central (57) având rolul de conducere a laparoscopului sau a unei camere video, în timp ce roboții (52) şi (53) realizează funcții specifice mâinilor chirurgului, sistemul fiind coordonat de către chirurg, de la o consolă, printr-un sistem de comandă adecvat.

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALĂ
CIUPAN CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA

a-2009-00525--
07-07-2009

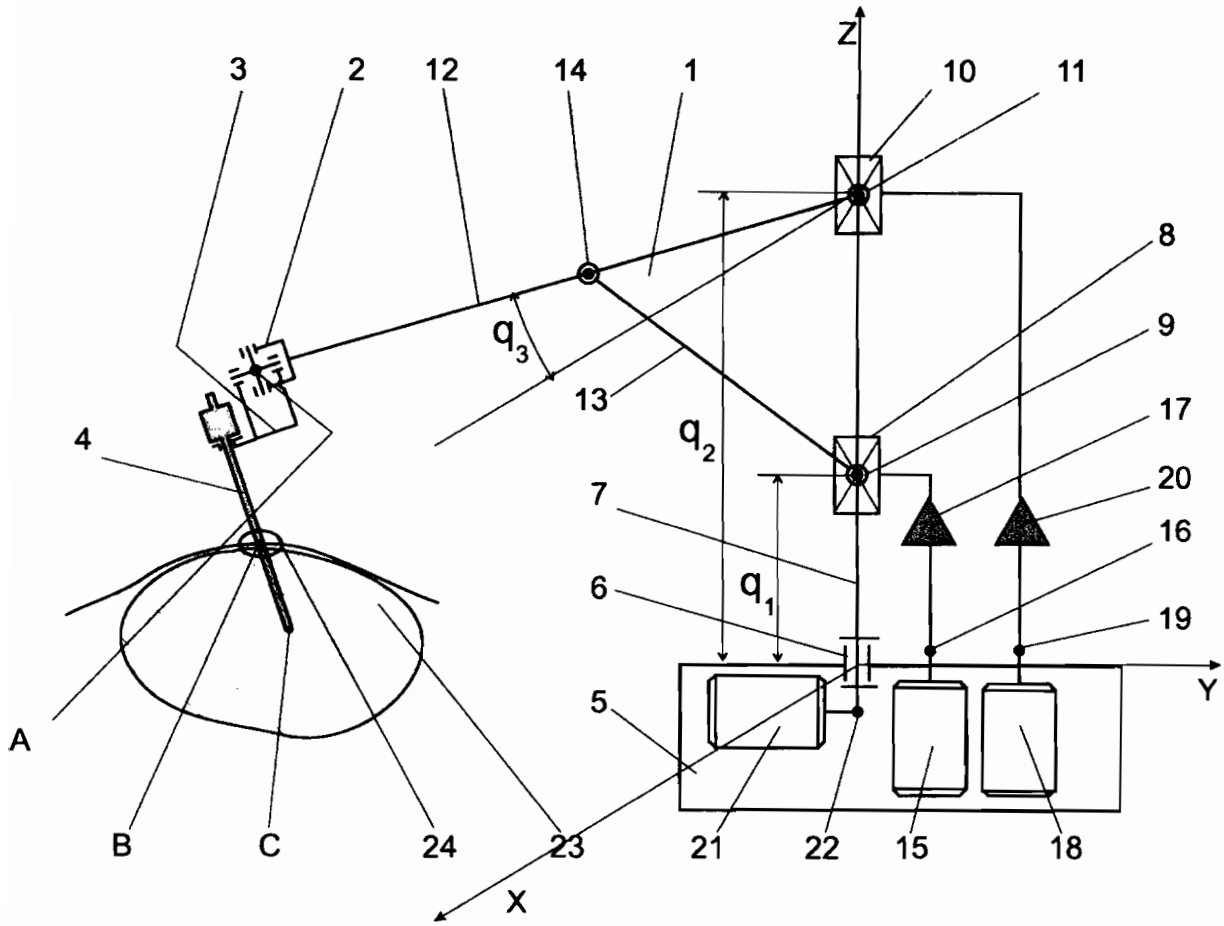

Figura 1

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALĂ
CIUPAN CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA

a-2009-00525--
07-07-2009

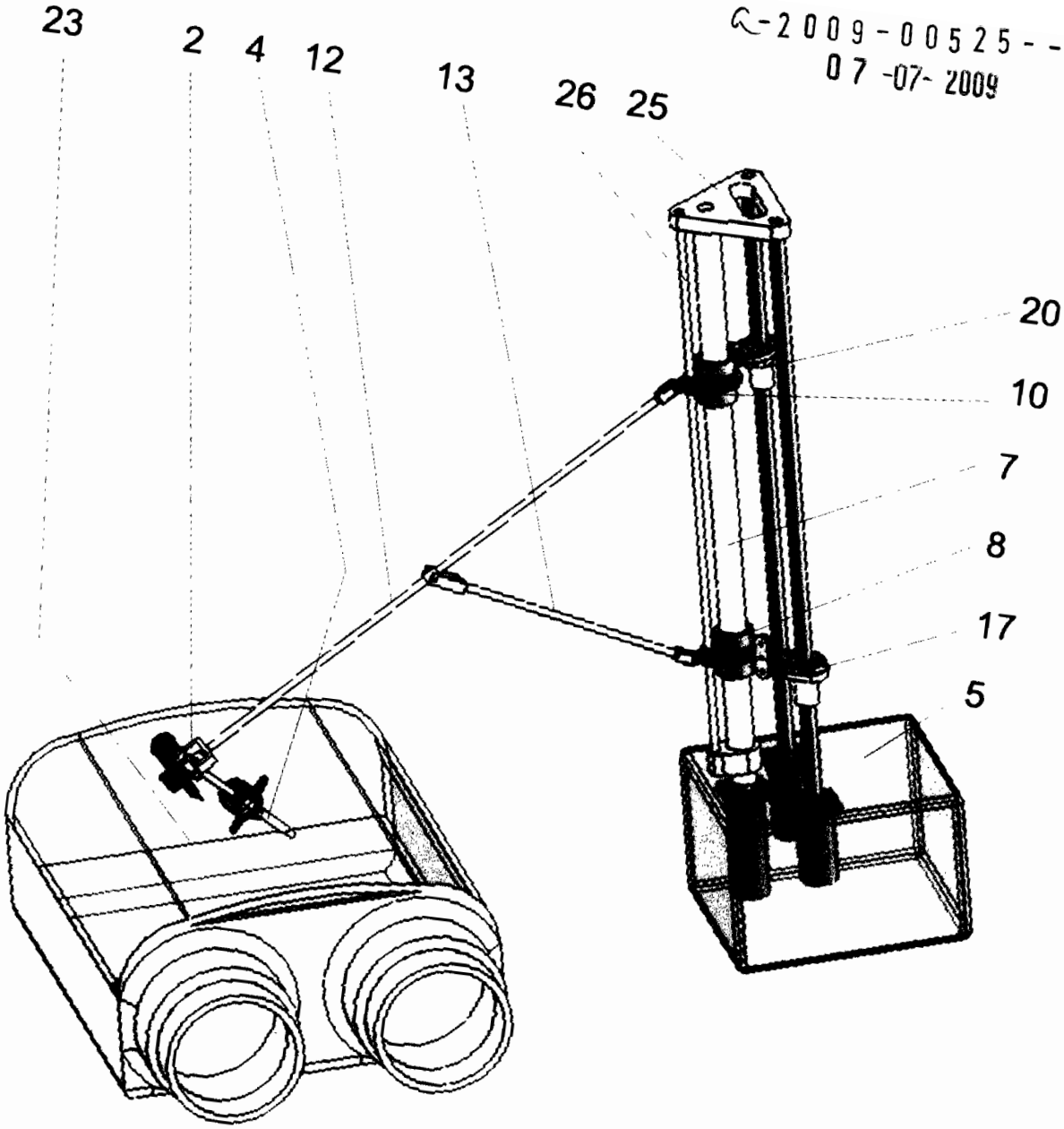

Figura 2

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALA
CIUPAN CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA

a-2009-00525--
07-07-2009

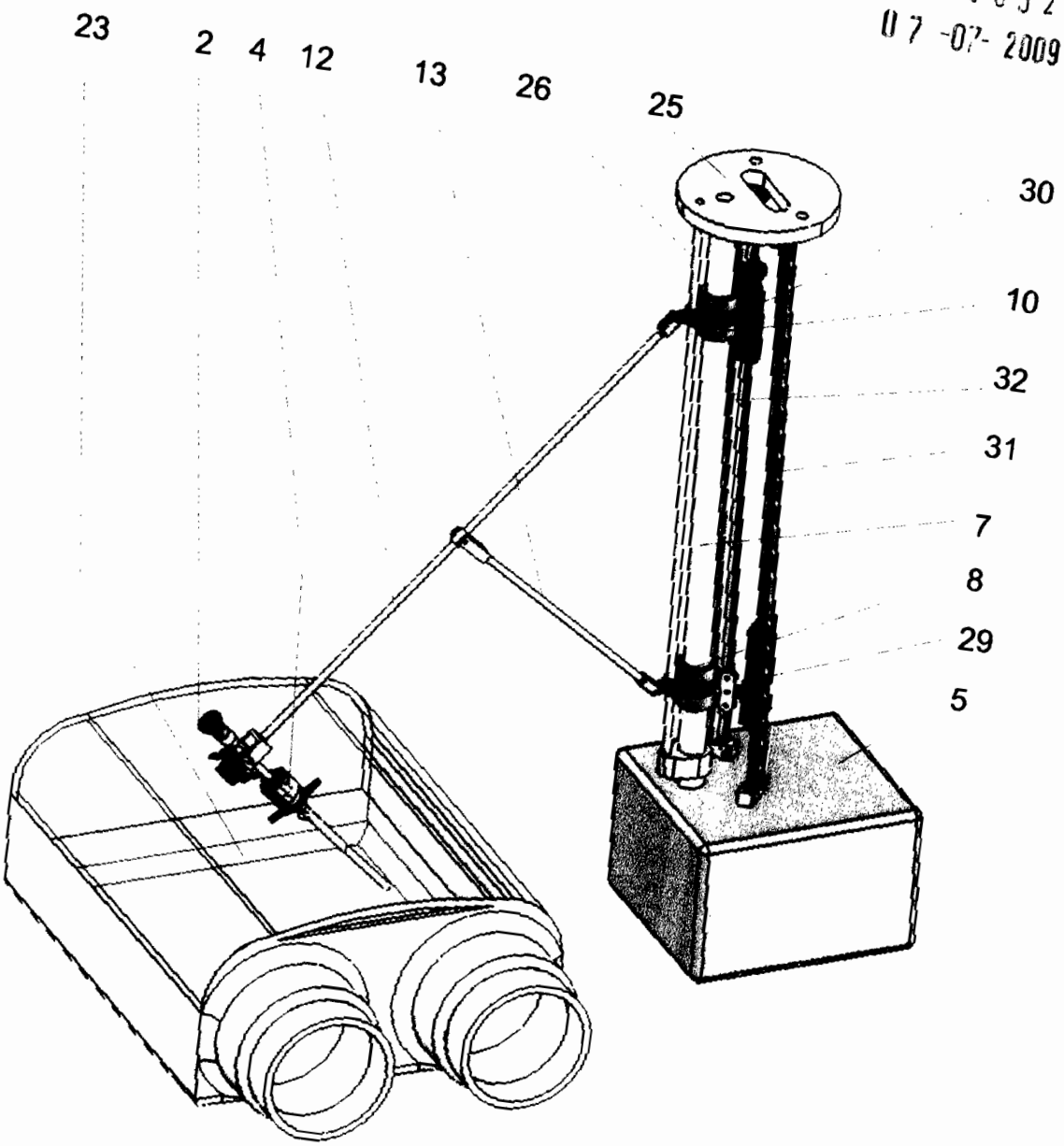

Figura 3

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALA
CIUPAN CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA

a-2009-00525--
07-07-2009

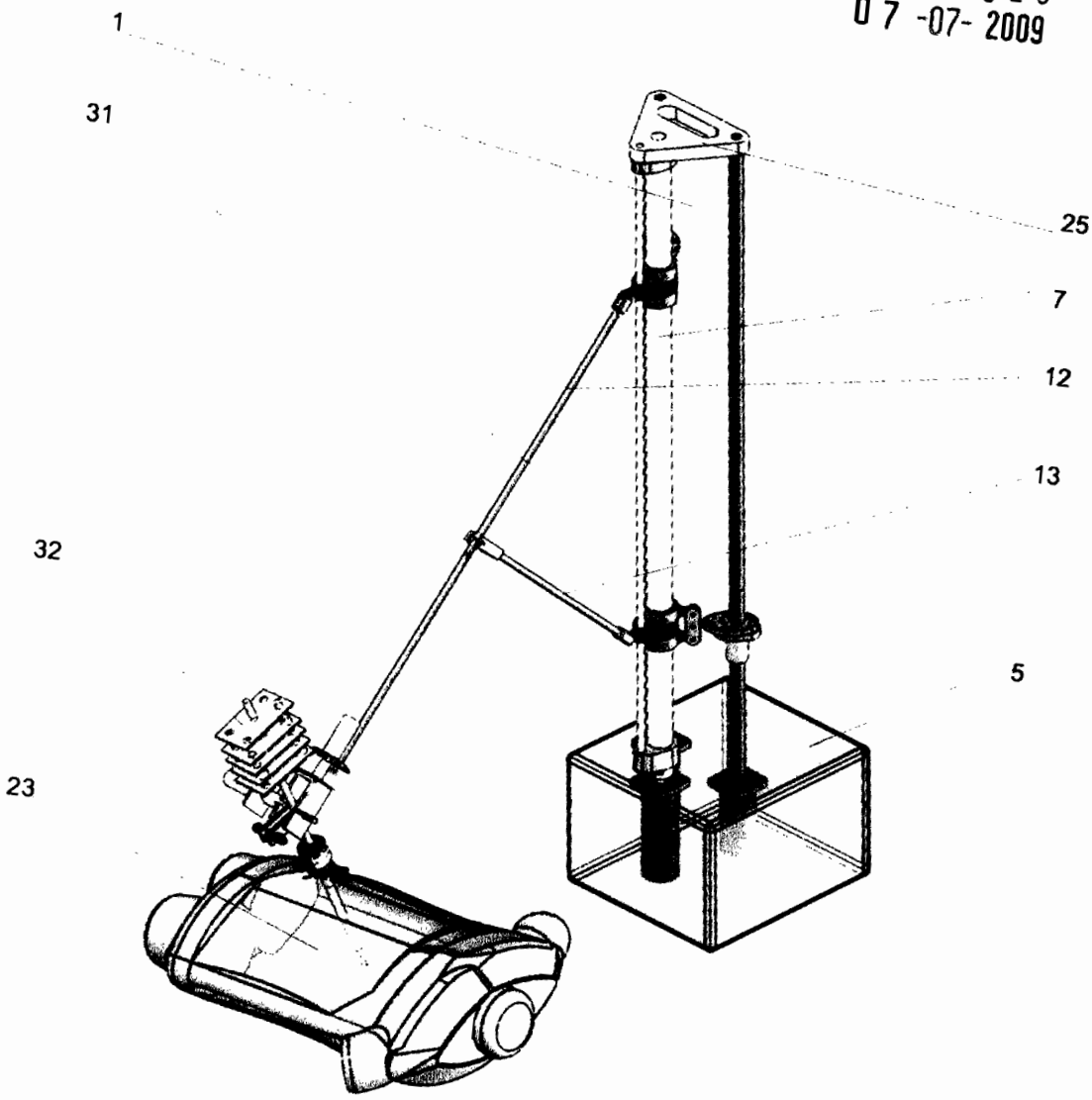

Figura 4

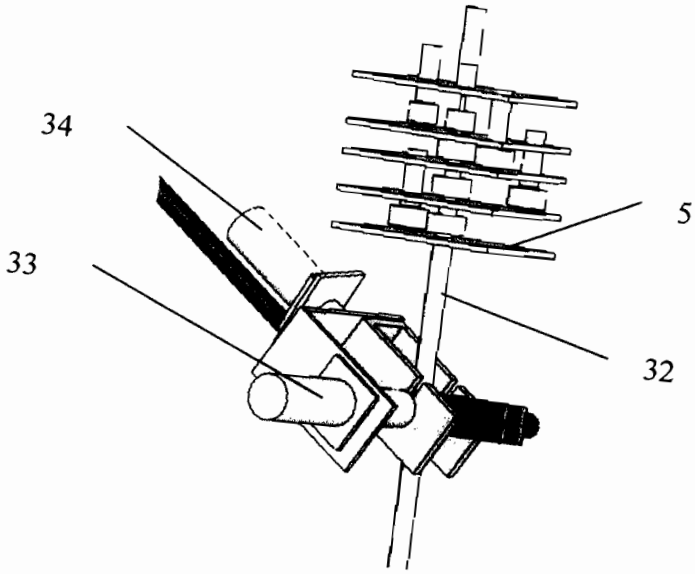

Figura 5

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALA
CIUPAN CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA

34.

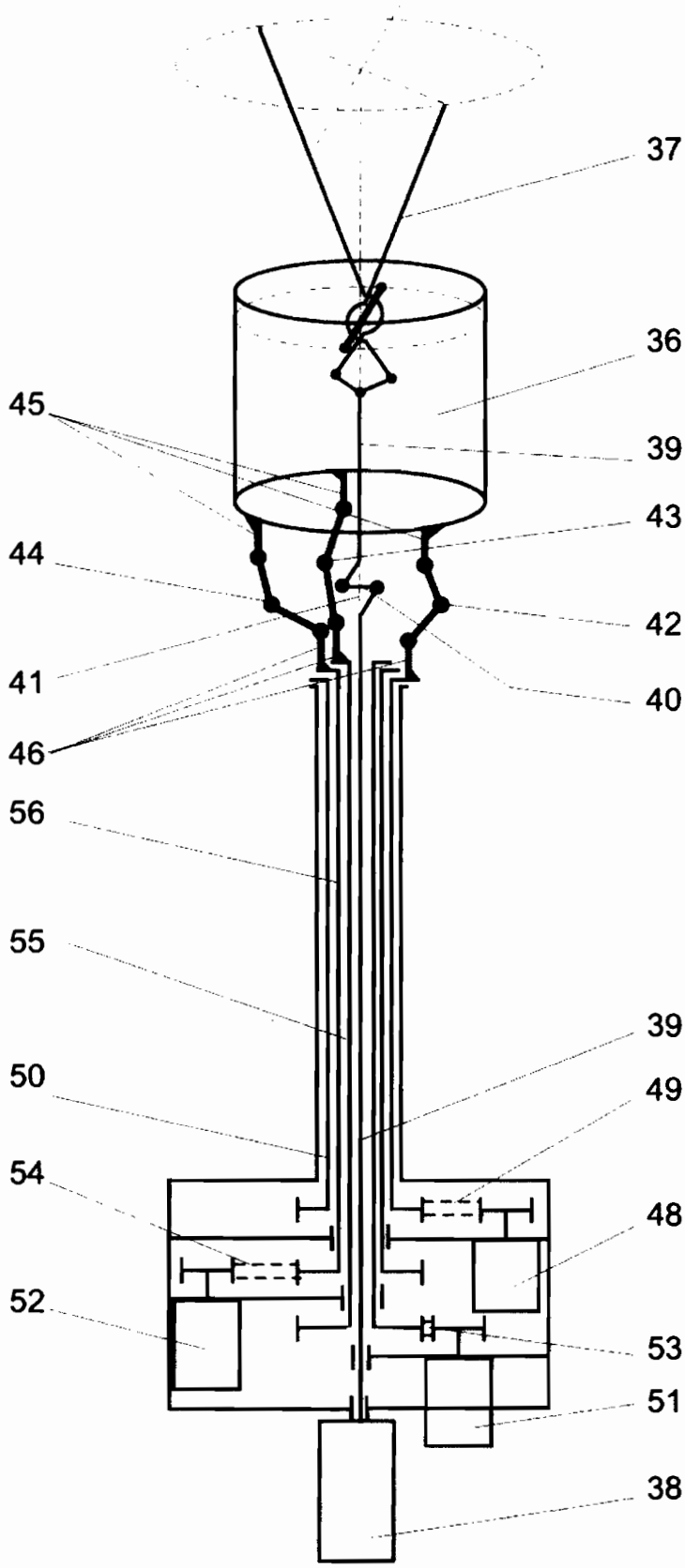

Figura 6

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALA
CIUPAN
CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA

33

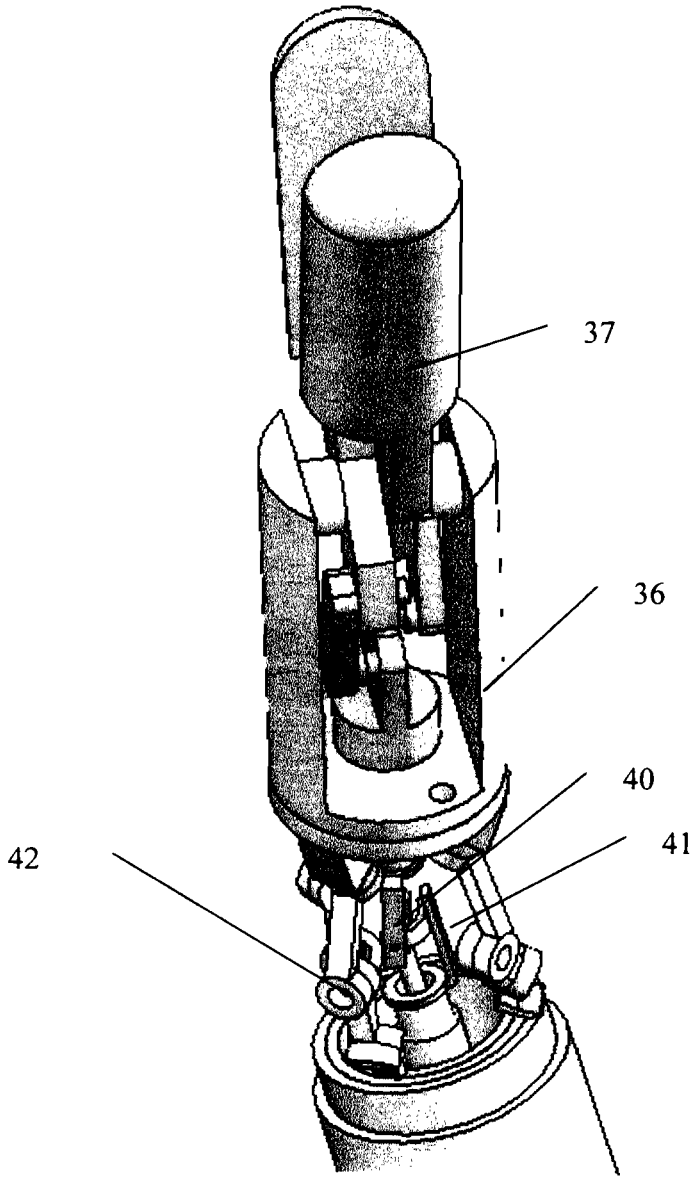

Figura 7

a-2009-00525--
07-07-2009

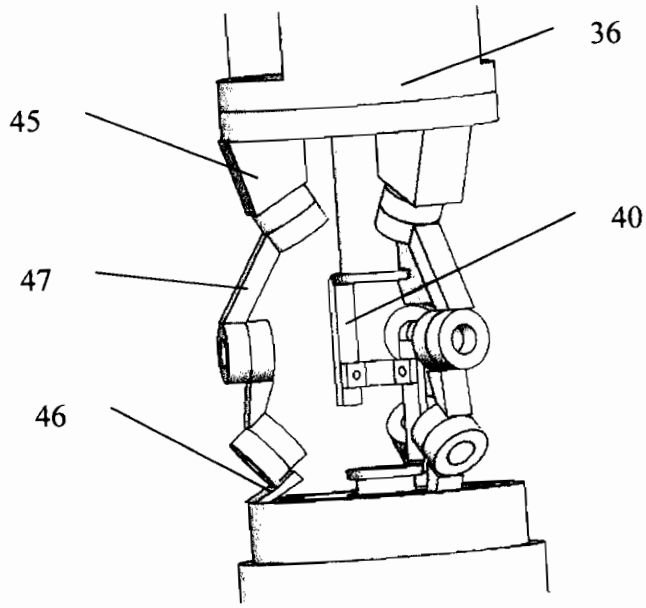

Figura 8

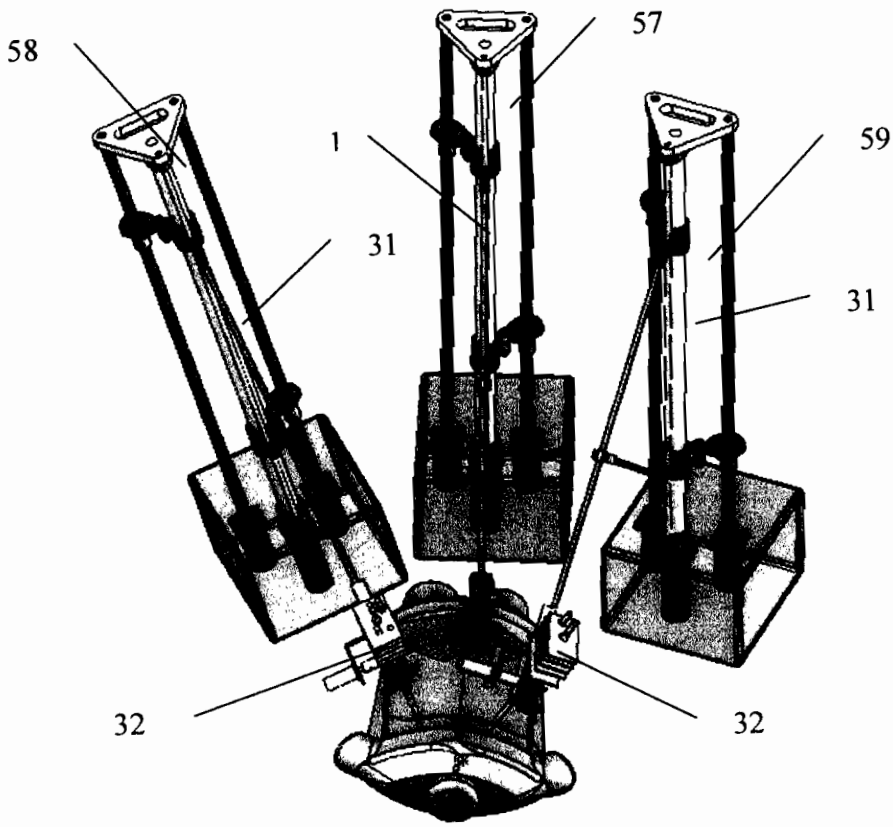

Figura 9

CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALĂ
CIUPAN
CORNEL
C.I.F. 22089956
CLUJ-NAPOCA