



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 01051**

(22) Data de depozit: **20/12/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2016** BOPI nr. **8/2016**

(41) Data publicării cererii:
28/06/2013 BOPI nr. **6/2013**

(73) Titular:
• **ACADEMIA FORȚELOR TERESTRE**
"NICOLAE BĂLCESCU",
STR. REVOLUȚIEI NR. 3-5, SIBIU, SB, RO

(72) Inventatori:
• **PETRIȘOR SILVIU MIHAI**, STR. SĂCEL
NR. 11, ET. 3, AP. 12, SIBIU, SB, RO;
• **BÂRSAN GHIȚĂ**, FDT. BRAZILOR NR. 19,
SC. B, AP. 1, SIBIU, SB, RO;

• **IOAN DIANA ANDREEA ANIELA**,
STR. TRANSILVANIEI NR. 1, BL. V5, SC. A,
ET. 2, AP. 11, HUNEDOARA, HD, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
D. CONSTANTIN, "CONTRIBUȚII PRIVIND
CINEMATICA ȘI DINAMICA ROBOȚILOR
PENTRU INTERVENȚII ÎN SITUAȚII
SPECIALE", TEZĂ DE DOCTORAT,
ACADEMIA TEHNICĂ MILITARĂ, 2009;
US 20110040427 A1; US 20100068024 A1

(54) **MINIROBOT PE ȘENILE DESTINAT APLICAȚIILOR
SPECIALE ÎN TEATRELE DE OPERAȚII**



1 Invenția se referă la un minirobot pe șenile, destinat aplicațiilor speciale în teatrele de
operații încadrat în domeniul tehnic - tehnologii militare avansate, din categoria roboților mobili
3 pe șenile care sunt capabili să înlocuiască elementul uman în zone cu grad ridicat de risc pentru
sănătatea și/sau viața acestuia, pentru ca să obțină și informații din teatrele de operații.

5 Se cunosc roboți pe șenile utilizați în momentul de față în aplicații genistice, un exemplu
în acest sens constituindu-l robotul Talon, respectiv, robotul tEODor. Dezavantajele acestor
7 roboți constau în faptul că au dimensiuni și greutate mari, construcții complicate, consum
energetic mărit, iar prin utilizarea lor se pune accentul pe detectarea/dezamorsarea munițiilor
9 neexplodate, și mai puțin pe nivelul informațional performant.

Din teza de doctorat **“Contribuții privind cinematica și dinamica roboților pentru**
11 **intervenții în situații speciale”- Academia Tehnică Militară, 2009**, se cunoaște un minirobot
pe șenile destinat aplicațiilor speciale, compus dintr-un modul purtător șenilat pe care este
13 articulat, printr-o cuplă dublă de rotație, un modul braț mecanic, compus, la rândul său, dintr-un
modul al coloanei pivotante, articulat cu un antebraț, purtătorul unui mecanism prehensor pentru
15 manipulare. Minirobotul cuprinde și module necesare pentru teleoperare, respectiv, senzori,
acumulatori, cameră de luat vederi, modul de comandă acționare și control. Modulul brațului
17 asigură o dublă rotație, o axă de rotație a coloanei pivotante în jurul axei longitudinale și una
în raport cu o axă paralelă cu șasiul vehiculului purtător și perpendiculară pe prima. Cele două
19 mișcări de rotație sunt obținute de la două motoreductoare electrice, asistate de traductori de
poziție unghiulară.

21 Din brevetul **US 20110040427 A1** se cunoaște un minirobot autonom hibrid, compus
dintr-un prim modul de bază, ce cuprinde un sistem de acționare pentru deplasare cu șenile,
23 care este articulat printr-o cuplă de rotație de un al doilea modul, adaptat să funcționeze ca
mijloc de acționare, și care prezintă la capătul lanțului cinematic un prehensor, fiind compus cu
25 mai multe elemente pliabile asamblate prin cuple de rotație. Minirobotul poate cuprinde și
module necesare pentru teleoperare, respectiv, senzori, acumulatori, cameră de luat vederi,
27 GPS, detector LIDAR, modul cu telecomandă pentru acționare și control, putând fi asamblat
într-o largă paletă de combinații.

29 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în mărirea capacității observaționale,
coroborată cu extinderea manevrabilității, cât și minimizarea consumului energetic aferent
31 operațiunilor.

Minirobotul înlătură dezavantajele menționate și rezolvă problema tehnică propusă prin
33 aceea că este capabil de a obține și a culege, de la distanță, informații video în vederea
observării și detectării munițiilor neexplodate și a dispozitivelor explozive improvizate, fiind
35 capabil să se deplaseze autonom, acționat cu niște motoare electrice, având patru grade de
mobilitate și care, prezintă o structură mecanică, modularizată compactă, utilizând în structura
37 sa materiale și componente rezistente la medii periculoase, niște leduri și o cameră video color,
depozitată și protejată într-un suport atașat printr-o tijă de un braț basculant, articulat printr-un
39 modul de rotație, ce cuprinde o cuplă de rotație fixată prin niște șuruburi pe un suport al corpului
minirobotului și prin intermediul unei piese inelare și a unui platou de rotație, funcția de reducere
41 fiind realizată prin niște mecanisme de transmisie din cadrul unor reductoare cu dublă acționare
electrică la care, brațul basculant este acționat prin intermediul unui mecanism de tip patruleter,
43 al cărui lanț cinematic este compus din niște antebrate articulate prin niște cuple de rotație de
brațul basculant, iar de carcasa modului de rotație, prin alte cuple de rotație montate pe niște
45 piese de susținere care fac corp comun cu respectiva carcasă. Motoarele electrice pas cu pas
sunt asistate de traductoare incrementale de unghi pentru controlul deplasării, rotația modului,
47 a lanțului cinematic al mecanismului patruleter, cât și a brațului fiind obținută prin intermediul
unui motor electric, poziționat vertical în corpul structurii mecanice și montat pe o cuplă de

RO 128494 B1

rotație printr-un arbore motor, care va imprima cuplei o rotație după axa verticală având valori cuprinse între 0° și 355°, iar rotația celor două antebrate, respectiv, bascularea brațului fiind realizate cu ajutorul unui motor electric care pune în mișcarea de rotație arborele conducător al antebrăului prin intermediul unui angrenaj cilindric cu roți dințate având drept efect imprimarea unui unghi de basculare a brațului cuprins între 15° și 50°, mișcarea de translație în direcția de deplasare a minirobotului fiind asigurată de două motoare electrice a căror mișcare de rotație este transmisă, cu ajutorul unor cuplaje mecanice, la un reductor cu angrenaje cilindrice cu dublă acționare, acesta punând în mișcare niște roți conducătoare pereche și, prin șenilele aferente, niște roți conduse.	1
Conform invenției, minirobotul pe șenile oferă următoarele avantaje:	
- reducerea timpului de culegere a informațiilor din teatrele de operații prin asamblarea unui braț modular robotic pe structura mecanică a minirobotului, ce efectuează o cursă de 355° (acoperirea aproximativ în totalitate a spațiului de lucru);	11
- construcție compactă, gabarit redus, eficiență ridicată, posibilitatea operării pe terenuri accidentate, cost de construcție relativ redus;	13
- elimină intervenția directă a factorului uman din zonele de conflict militar periculoase sau nocive;	15
- exploatare ușoară în modurile automate, și programarea mișcărilor prin învățare și manual;	17
- randament ridicat și consum energetic minim, obținut printr-un algoritm de calcul dinamico-organologic, în vederea determinării momentului necesar acționării cuplelor cinematice de mișcare și, implicit, de alegere a acelor motoare de curent continuu adecvate.	19
Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare privind soluția constructivă și funcțională a minirobotului pe șenile, conform invenției, având în vedere fig. 1...7, ce reprezintă:	21
- fig. 1, schema cinematică structurală a minirobotului;	23
- fig. 2, vedere laterală a minirobotului;	25
- fig. 3, vedere laterală secționată - structura mecanică a minirobotului;	27
- fig. 4, vedere în planul orizontal xOy - structura generală a minirobotului;	29
- fig. 5, secțiune prin modulul de rotație, detaliul C din fig. 3;	31
- fig. 6, vedere în secțiunea A-A din fig. 3;	
- fig. 7, vedere de sus, punând în evidență spațiul de lucru în planul orizontal xOy , poziția sau cursa maximă a brațului (Br) minirobotului.	33
Minirobotul conform invenției este constituit din două module principale, modulul de rotație, cu un grad de mobilitate (rotația după axa z), și modulul basculant, cu două grade de mobilitate (rotație după axa y și translație în planul vertical zOx), la care se adaugă baza minirobotului BMR (fig. 3).	35
Modulul de rotație MRO (fig. 3, fig. 5) este format din următoarele elemente: cupla de rotație CR , având suprafața exterioară cilindrică, și platoul de rotație PR .	37
Fixarea cuplei de rotație CR pe suportul corpului minirobotului BMR se realizează prin intermediul unei piese plane inelare, respectiv, prin șase șuruburi de prindere Sp₂ cu șaibe Grover SG și piulițe P , iar modulul MRO se poziționează și se prinde pe cupla CR cu șuruburi și piulițe de prindere Sp₁ . Mișcarea de rotație a cuplei CR imprimată de motorul M3 se obține în cadrul platoului de rotație PR prin intermediul unui rulment axial cu bile Rab și al unui rulment radial cu bile Rrb , frecările dintre cele două componente fiind eliminate datorită rugozității mici a suprafețelor de contact, obținută printr-o prelucrare mecanică având precizie ridicată. Deplasarea după axa z a cuplei de rotație CR O_2 (implicit a modulului MRO și a modulului basculant) este oprită de umărul platoului de rotație PR prin intermediul rulmentului radial cu bile fixat pe CR O_2 cu inele elastice le₁ , iar platoul de rotație PR este fixat de modulul de bază BMR al minirobotului prin intermediul șuruburilor Sp₂ și al piulițelor de fixare P .	39
	41
	43
	45
	47
	49

RO 128494 B1

Modulul basculant (fig. 1, 3 și 6) reprezintă un mecanism de tip patruleter și cuprinde:

a) antebrățele **Br1** și **Br2** montate pe două piese de susținere **P_s** (care fac corp comun cu carcasa modulului **M_{Ro}**), prin intermediul unor piese de legătură (arborele canelat **Ac O₃**, respectiv, bolțul **Er O₆**);

b) brațul **Br** care se assemblează cu antebrățele **Br1** și **Br2** prin intermediul unor piese de legătură (bolțurile **Er O₅**, respectiv, **Er O₄**). Mișcarea de basculare a brațului **Br** sau mișcarea de translație a brațului **Br** în planul **zOx** (vezi fig. 1), este obținută din mișcarea de rotație după axa **y** a antebrățelor **Br1** și **Br2**, mișcare transmisă de la motorul electric **M4** prin intermediul angrenajului cilindric **AC** cu roți dințate **Rdc**, al arborelui canelat **Ac O₃**, respectiv, al bolțului **Er O₆**. Bucșele **B₁**, respectiv, **B₂** permit rotația arborelui **Ac O₃** cu frecări reduse între elementele componente, pana dreptunghiulară **PA** având rolul de fixare a roții **Rdc** pe arborele **Ac O₃**, respectiv, de a transmite mișcarea de rotație (cuplu motor) de la motorul **M4** la brațul **Br**. Pentru evitarea mișcării axiale (de-a lungul arborelui **Ac O₃**), bucșa **B₁**, respectiv, roata **Rdc** sunt fixate pe arborele canelat prin intermediul inelelor elastice **le₂**. De brațul **Br** este atașat, prin tija **T**, suportul **S**, folosit în scopul depozitării și protejării camerei de vizualizare de la distanță, fără fir (wireless), care furnizează informații cu privire la zonele de interes. Modulul **M_{Ro}** este prevăzut cu două capace fixate de carcasă prin șuruburi, care permit accesul ușor și rapid al operatorului uman în interiorul acestuia, facilitând montarea și demontarea rapidă a cuplei de rotație **CR**, brațului **Br** și a modulului **M_{Ro}** pe suportul **BMR**.

Gradul de mobilitate I (fig. 1, 2, 3, 5, 7) - rotația modulului **M_{Ro}** după axa **z** (realizată prin intermediul ansamblului cuplă de rotație **CR O₂** și rulmentul axial cu bile, respectiv, rulmentul radial cu bile), care, totodată, va roti lanțul cinematic al mecanismului de tip patruleter, format din arborele canelat **Ac O₃**, antebrățul **Br1**, bolțurile **Er O₄**, **Er O₅**, **Er O₆**, antebrățul **Br2** și brațul **Br** - este obținută prin intermediul unui motor electric pas cu pas **M3 O₁**. Motorul **M3 O₁**, poziționat vertical în corpul **BMR**, este montat pe cupla **CR** printr-un arbore motor **Am M3**, legătura dintre arborele cuplei și cel al motorului realizându-se printr-un cuplaj mecanic **Cm M3** fixat cu șuruburile **Sp₃**. Motorul **M3 O₁** imprimă cuplei **CR** o rotație după axa verticală (Δ), a cărei viteză unghiulară, respectiv, unghiul de rotație (având valori variabile de la 0° la 355°) sunt programate și controlate de la distanță de operatorul uman, prin intermediul unui program de calculator (software).

Gradele de mobilitate II și III (fig. 1, 3, 7) - rotația antebrățului **Br1** după axa **y**, respectiv, bascularea brațului **Br** în planul **zOx** - sunt realizate cu ajutorul unui motor electric pas cu pas **M4**, care pune în mișcare de rotație arborele conducător (arborele canelat **Ac O₃**) al antebrățului **Br1** prin intermediul unui angrenaj cilindric cu roți dințate, montat pe arborele conducător al antebrățului **Br1**. Motorul **M4** este montat în poziție orizontală pe elementul de sprijin ce face corp comun cu carcasa modulului **M_{Ro}**. Mișcarea de rotație, transmisă de motorul electric pas cu pas **M4** și imprimată arborelui canelat **Ac O₃**, va pune în mișcare de rotație antebrățele **Br1** și **Br2**, obținându-se mișcarea de basculare în planul vertical **zOx** a brațului **Br**. Mișcarea de basculare are drept scop apropierea, respectiv, îndepărtarea camerei de vizualizare față de zona de interes, acest lucru conducând la obținerea unor informații cât mai precise asupra perimetrului sau obiectului analizat. Unghiul de basculare ce rezultă din programarea și controlul mișcării de rotație a motorului **M4** poate lua valorile: 50° atunci când antebrățul **Br1** este în poziție de retragere (cursa minimă), respectiv, de 15° atunci când antebrățul **Br2** este în poziție de avans (cursa maximă). Cursa minimă și cea maximă ale brațului **Br** sunt raportate la axa de referință (Δ). Viteza imprimată de basculare este variabilă, programabilă și controlabilă prin program de calculator (software).

RO 128494 B1

Gradele de mobilitate IV și V (fig. 1, 7) - translația minirobotului după axa x înainte-înapoi, respectiv, mișcarea de rotire stânga/dreapta în direcția de deplasare a minirobotului - sunt asigurate de motoarele electrice pas cu pas M1 și M2 , montate paralel unul în raport cu celălalt, a căror mișcare de rotație este transmisă, prin intermediul unor cuplaje mecanice (de tipul cuplajelor mecanice Cm M3), la un reductor cu angrenaje cilindrice cu dublă acționare RA , roților conducătoare pereche Rm care, la rândul lor, vor pune în mișcare roțile conduse Rc1 și Rc2 , respectiv, șenilele Sn1 și Sn2 montate peste roțile pereche Rm , Rc1 și Rc2 . Prin frânarea unui motor, roata Rm corespunzătoare motorului frânat se va opri, rămânând în angrenare doar o singură roată Rm , acest lucru facilitând controlul direcției de deplasare (mișcarea de întoarcere) a minirobotului. Distanța de deplasare este nelimitată, comunicarea operator uman - minirobot putându-se realiza prin comandă de la distanță, fără fir (wireless). Viteza de deplasare este cuprinsă între 0 m/s și 0,5 m/s, ținându-se cont și de suprafața terenului de investigare, iar viteza de variație a unghiului de direcție este cuprinsă între 0°/min și 360°/min. Frânarea uneia din roțile Rm , precum și valorile unghiurilor de direcție și vitezei sunt variabile și controlabile prin program informatic (software).	1 3 5 7 9 11 13 15
Toate gradele de mobilitate ale minirobotului pot funcționa simultan, iar controlul deplasărilor fiecărui grad de mobilitate este asigurat prin traductoare incrementale de unghi, montate pe arborele fiecărui motor electric din structura mecanică a minirobotului.	17
Masa totală a minirobotului este de 40 kg, iar sarcina maximă pe care o poate susține este de 2,5 kg. Sistemul de operare are în componența sa 16 comenzi, iar modurile de lucru sunt automat, programarea mișcărilor prin învățare și manual.	19 21

Revendicări

1. Minirobotul pe șenile, destinat aplicațiilor speciale în teatrele de operații, capabil de a obține și a culege, de la distanță, informații video, în vederea observării și detectării munițiilor neexplodate și a dispozitivelor explozive improvizate, se deplasează autonom, acționat cu niște motoare electrice, având patru grade de mobilitate, și prezintă o structură mecanică, modularizată, compactă, utilizând în structura sa materiale și componente rezistente la medii periculoase, niște leduri și o cameră video color, depozitată și protejată într-un suport (**S**) atașat printr-o tijă (**T**) de un braț basculant (**Br**), articulat printr-un modul de rotație (**Mro**) care cuprinde o cuplă de rotație (**CR**) fixată prin niște șuruburi pe un suport al corpului minirobotului (**BMR**), și prin intermediul unei piese inelare și al unui platou de rotație (**PR**), funcția de reducere fiind realizată prin niște mecanisme de transmisie din cadrul unor reductoare cu dublă acționare electrică, **caracterizat prin aceea că** brațul basculant (**Br**) este acționat prin intermediul unui mecanism de tip patrulater, al cărui lanț cinematic este compus din niște antebrate (**Br1**, **Br2**) articulate prin niște cuple de rotație (**O4**, **O5**) de brațul basculant (**Br**), iar de carcasa modului (**MRO**) de rotație, prin alte cuple de rotație (**O3**, **O6**) montate pe niște piese de susținere care fac corp comun cu respectiva carcasă.

2. Minirobot pe șenile, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** motoarele electrice pas cu pas sunt asistate de traductoare incrementale de unghi, rotația modului (**MRO**) lanțului cinematic al mecanismului patrulater, cât și a brațului (**Br**) fiind obținută prin intermediul unui motor electric (**M3 O₁**) poziționat vertical în corpul structurii mecanice (**BMR**), și montat pe o cuplă de rotație printr-un arbore motor (**Am M3**), care imprimă cuplei (**CR**) o rotație după o axă verticală (**A**), acoperind un unghi cuprins între 0° și 355°, iar rotația celor două antebrate (**Br1**, **Br2**), respectiv, bascularea brațului (**Br**) fiind realizată cu ajutorul unui motor electric (**M4**) ce pune în mișcare de rotație arborele conducător (**Ac O₃**) al antebrățului (**Br1**), prin intermediul unui angrenaj cilindric cu roți dințate, având drept efect imprimarea unui unghi de basculare a brațului (**Br**) cuprins între 15° și 50°, mișcarea de translație în direcția de deplasare a minirobotului fiind asigurată de două motoare electrice (**M1**, **M2**), prin niște cuplaje mecanice, și un reductor (**RA**) cu angrenaje cilindrice cu dublă acționare, ce pune în mișcare niște roți pereche (**Rm**) conducătoare și, prin șenilele (**Sn1**, **Sn2**) aferente, niște roți (**Rc**) conduse.

(51) Int.Cl.

B25J 11/00 (2006.01).

B62D 55/00 (2006.01)

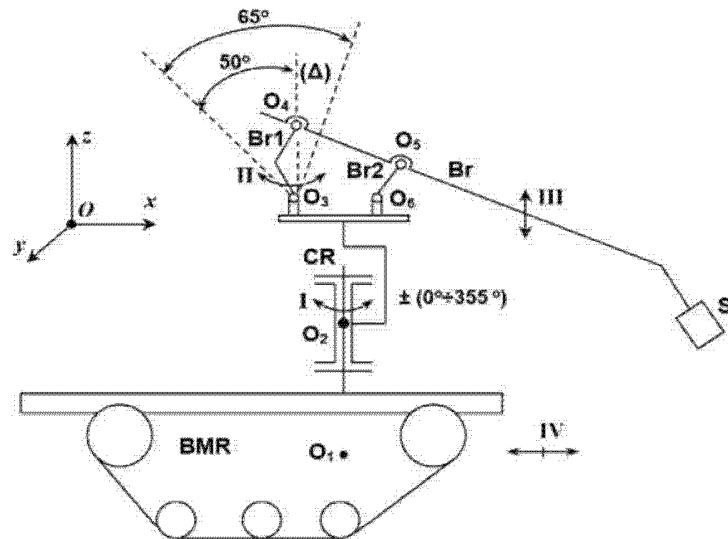


Fig. 1

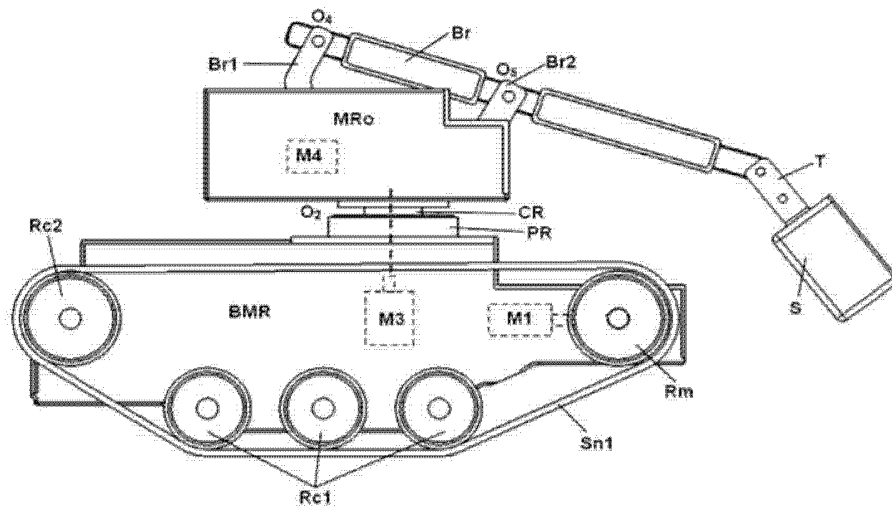


Fig. 2

(51) Int.Cl.

B25J 11/00 (2006.01);

B62D 55/00 (2006.01)

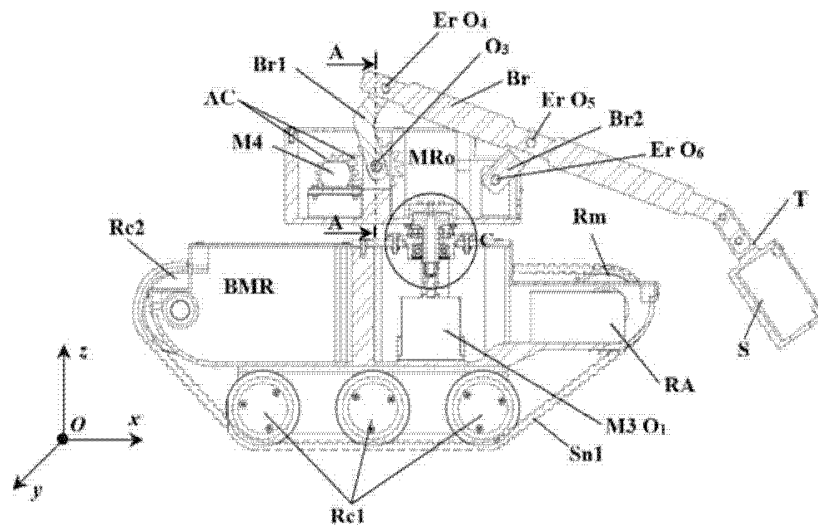


Fig. 3

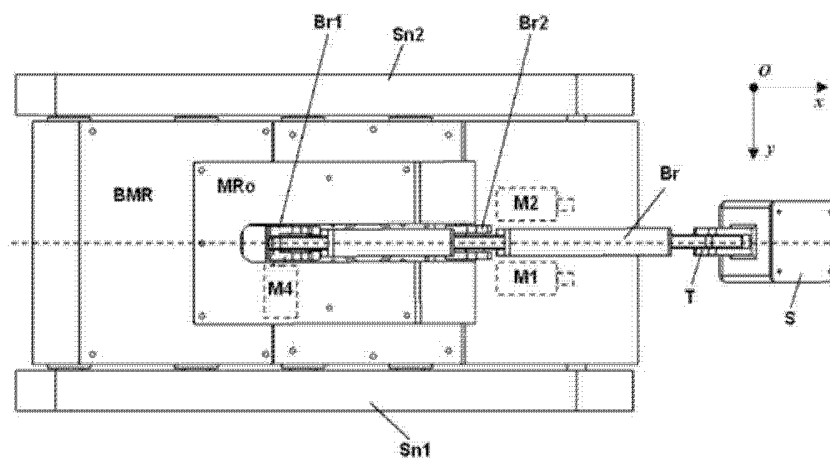


Fig. 4

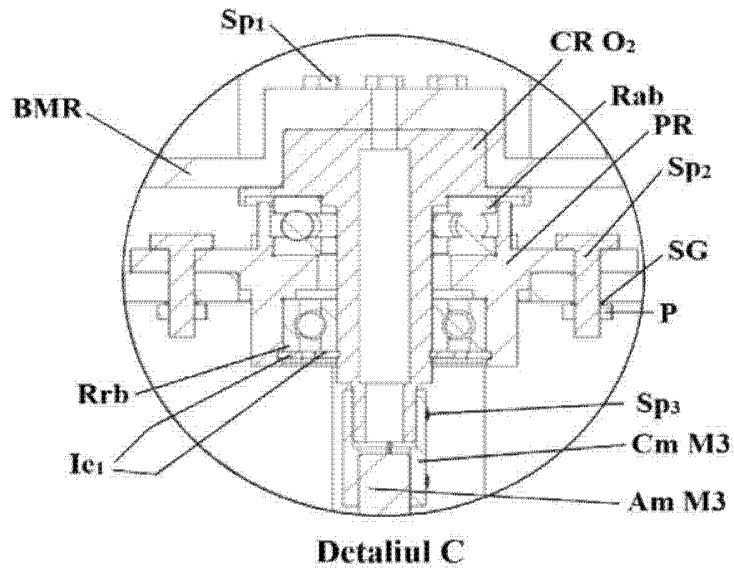


Fig. 5

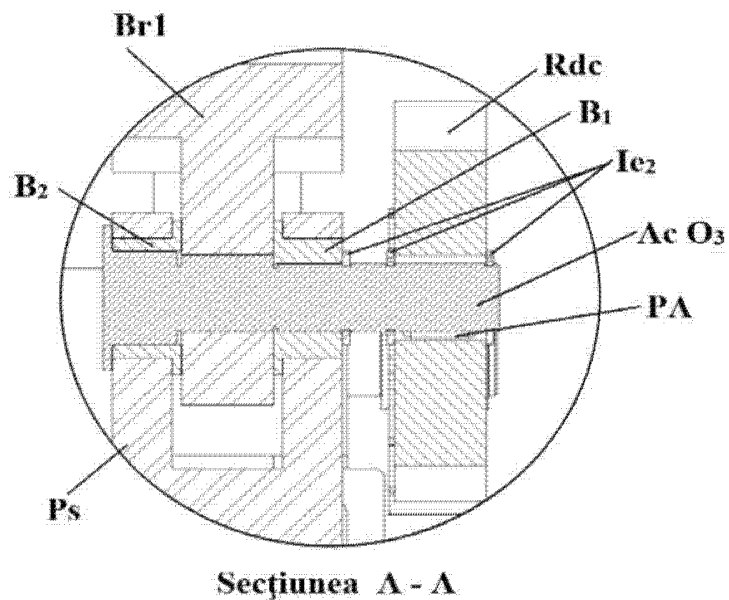


Fig. 6

(51) Int.Cl.

B25J 11/00 (2006.01);

B62D 55/00 (2006.01)

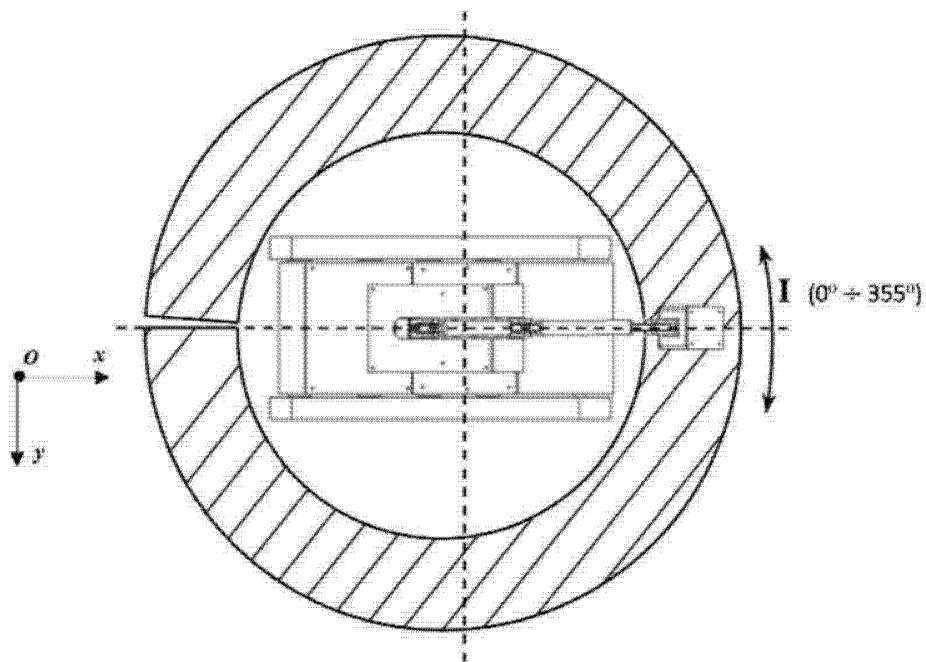


Fig. 7



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 382/2016