



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2012 00254**

(22) Data de depozit: **10.04.2012**

(41) Data publicării cererii:  
**29.11.2013** BOPI nr. **11/2013**

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

(72) Inventatori:  
• **DOROFTEI IOAN, STR. AMURGULUI  
NR. 8, BL. 258A, SC. B, ET. 1, AP. 5, IAȘI,  
IS, RO**

(54) **MICROROBOT MOBIL CU LOCOMOȚIE HIBRIDĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un microrobot mobil, cu locomoție hibridă, care se poate deplasa cu ușurință atât pe suprafețe pregătite în prealabil, cât și în teren natural, folosind un mod de lucru denumit "vehicul pe roți" sau "vehicul cu roți și picioare". Microrobotul conform invenției este alcătuit dintr-un corp (1) central, pe care sunt montate două mecanisme (2) care constituie picioarele și, respectiv, roțile motoare, și care sunt acționate de niște servomotoare (13, 11 și 12), piciorul stânga fiind alcătuit dintr-un element (7) cinematic, un servomotor (9) de rotire în plan orizontal, un servomotor (8) de ridicare/coborâre și o roată (10) pasivă, piciorul dreapta fiind constituit dintr-un element (5) cinematic, un servomotor (3) de rotire în plan orizontal, un servomotor (4) de ridicare/coborâre și o altă roată (6) pasivă.

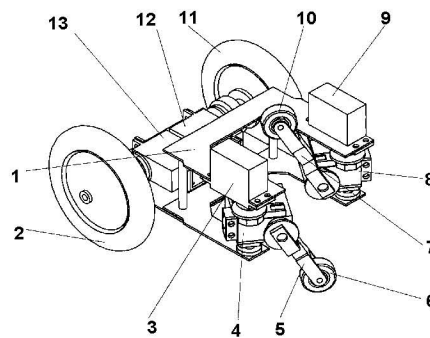
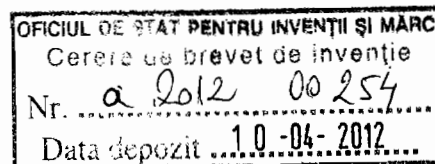


Fig. 2

Revendicări: 3  
Figuri: 6

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).





## MICROROBOT MOBIL CU LOCOMOȚIE HIBRIDĂ

Invenția se referă la un microrobot mobil cu locomoție hibridă, pentru deplasarea căruia se utilizează două roți și două picioare.

Microrobotul poate fi utilizat pentru deplasare atât pe teren pregătit în prealabil, cum sunt suprafețele din interiorul clădirilor sau căile de transport urban, cât și în teren accidentat (teren natural sau trepte - în cazul spațiilor interioare) sau moale (cu nisip sau cu vegetație, etc.). Deplasarea pe suprafețe pregătite în prealabil se face mai eficient cu ajutorul roților dar, în cazul terenurilor accidentate, acestea întâmpină dificultăți la înaintare. Astfel, s-a impus introducerea picioarelor, ca elemente ce asigură pășirea peste obstacole.

Sunt cunoscute vehiculele cu roți, dar care prezintă dezavantajul că deplasarea în teren natural a acestora se face cu dificultate, precum și roboții cu picioare, dar care prezintă dezavantajul complexității constructive și al algoritmilor de control, precum și al vitezelor reduse de deplasare. De asemenea, se cunosc o serie de roboți mobili cu locomoție hibridă, Wheelleg, Walk'n roll, Robot IV, dar la care contactul dintre picioare și sol se realizează pe zonele laterale ale robotului, fapt ce conduce la reducerea stabilității acestora. În plus, aceste vehicule permit deplasarea doar în varianta cu locomoție hibridă, nefiind posibilă trecerea în regim de vehicul cu roți.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față constă în realizarea unui microrobot mobil cu locomoție hibridă, utilizând două roți și două picioare (cu două grade de mobilitate fiecare) pentru punerea în mișcare a acestuia. La scară mai mare, acesta poate constitui un vehicul pentru persoane cu handicap locomotor.

Microrobotul mobil cu locomoție hibridă, conform invenției, este prevăzut cu un corp central, pe care sunt montate două mecanisme cu rol de picioare, precum și două roți, ce asigură locomoția microrobotului. Mecanismul fiecărui picior este format dintr-un lanț cinematic cu structură serială, având două cuple cinematice de rotație active, una necesară ridicării-coborârii piciorului, rotindu-l cu un unghi  $\beta$  în jurul unei axe orizontale, cealaltă pentru rotația acestui picior, cu unghiul  $\alpha$ , în jurul axei verticale a cuplei pe care piciorul o face cu șasiul, rotație necesară efectuării pasului pentru deplasarea efectivă a microrobotului. Pentru acționarea acestor cuple cinematice se utilizează actuatori electrici din familia servo. Pe lângă cele două grade de mobilitate active, mecanismul piciorului mai are un al treilea grad de mobilitate pasiv, asigurat de o roată de diametru redus, liberă la rotația în jurul axei proprii, în scopul preluării abaterii de la rectilinitate a traiectoriei piciorului, atunci când acesta se află în faza de suport (contact cu solul). Pe lângă cele două picioare, robotul mai conține două roți active de rază mai mare (egală cu lungimea proiecției piciorului în plan orizontal, atunci când acesta se află în faza de suport). În aceste condiții, viteza unghiulară a motoarelor  $\alpha$ , ce asigură rotația piciorului în jurul axei verticale a cuplei cinematice de legătură la corpul central (pentru faza de suport), este egală cu viteza unghiulară a roților din spate. Pentru comanda robotului se folosește un microcontroler din familia PIC. Se pot implementa trei tipuri de control al mișcării robotului:

- deplasare utilizând doar roțile motoare (roțile mari), cel puțin una din roțile pasive montate în extremitatea picioarelor fiind în contact cu solul, picioarele rămânând în poziție fixă; în această situație, microrobotul funcționează ca un vehicul cu trei/patru roți.
- deplasare utilizând doar picioarele - acționarea motoarelor din cuplele cinematice ale picioarelor, decuplând motoarele ce acționează roțile conducătoare;
- acționare hibridă - sunt controlate atât roțile conducătoare, cât și motoarele de acționare ale picioarelor; în acest caz, roțile motoare sprijină picioarele în procesul de punere în mișcare a microrobotului, îmbunătățind forța de tracțiune a acestuia.

Microrobotul poate merge înainte/înapoi (după o traiectorie rectilinie sau curbă) și poate vira stânga/dreapta. Deoarece spațiile de lucru ale picioarelor se intersectează în faza de suport, sunt necesare câteva reguli precise pentru stabilirea secvențelor de mers, atunci când aceste picioare sunt active: nu pot fi, simultan, ambele picioare în faza de transfer, altfel robotul va cădea; nu pot fi, simultan, ambele picioare în faza de suport, altfel va avea loc o interferență a acestora, ce va conduce la blocarea sau distrugerea lor; când un picior este în faza de transfer, celălalt trebuie să parcurgă faza sa de suport, în direcție opusă. Pentru

asigurarea stabilității statice, este necesar ca cel puțin un picior să fie în contact cu solul, iar centrul de masă al sistemului mobil să se afle în interiorul poligonului de sprijin.

Dimensiunile microrobotului sunt: lungime 200 [mm], latime 180 [mm], înaltime 125 [mm]. De asemenea, acesta are o masă totală de 1200 [g], incluzând acumulatorul.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- microrobotul se poate deplasa, cu viteză mai mare, pe suprafețe pregătite în prealabil, folosind modul de lucru „vehicul cu roți”;
- atunci când acesta trebuie să escaladeze unele obstacole (teren natural sau cazul unor trepte) sau să se deplaseze pe suprafețe cu vegetație, cu nisip sau mlăștinoase, picioarele pot interveni, sprijinind roțile motoare în acțiunea de punere în mișcare a vehiculului.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1-6, care reprezintă:

- figura 1, schema cinematică a microrobotului;
- figura 2, vedere 3D a microrobotului, cu elementele componente;
- figura 3, vedere 3D a microrobotului în configurația de „vehicul cu roți”, pentru deplasare pe o traiectorie rectilinie;
- figura 4, vedere 3D a microrobotului în configurația de „vehicul cu roți”, pentru pivotare în jurul axei verticale ce intersectează axa comună a roți lor motoare, în mijlocul acesteia, punctul de intersecție al celor două axe fiind considerat centrul geometric al vehiculului;
- figura 5, vedere 3D a microrobotului în configurația de „vehicul cu roți și picioare”, pentru deplasare folosind active doar picioarele (săgețile cu linie întreruptă semnifică faptul că roțile mari sunt pasive);
- figura 6, vedere 3D a microrobotului în configurația de „vehicul cu locomoție hibridă”, atunci când atât roțile, cât și picioarele, sunt active.

Microrobotul mobil cu locomoție hibridă, conform invenției, este alcătuit dintr-un corp central 1, pe care sunt montate cele două mecanisme ce constituie picioarele robotului, precum și roțile motoare 2, acționată de servomotorul 13, și 11, acționată de servomotorul 12. Piciorul stânga este alcătuit din: elementul cinematic 7, servomotorul 9 de rotire în plan orizontal a piciorului, servomotorul 8 de ridicare/coborâre a acestuia și roata pasivă 10. Similar, piciorul dreapta este constituit din: elementul cinematic 5, servomotorul 3 de rotire în plan orizontal a piciorului, servomotorul 4 de ridicare/coborâre a acestuia și roata pasivă 6.

Roțile 6 și 10 din extremitățile picioarelor au rolul (în cazul locomoției hibride, când picioarele sunt active) de a elimina alunecarea acestora pe direcția transversală a robotului, deoarece, în cazul deplasării robotului după o traiectorie rectilinie, traiectoria descrisă de punctul de contact cu solul al roții pasive din extremitatea unui picior este un arc de cerc, iar traiectoriile descrise de punctele de contact cu solul ale roților motoare sunt segmente de dreaptă. În cazul acționării hibride, deplasarea robotului este asigurată prin coordonarea mișcării continue a roților conducătoare 2 și 11 cu mișcarea discontinuă a picioarelor. Pentru simplificarea problemei cinematice, lungimea proiecției piciorului în plan orizontal (pentru faza de suport) este egală cu raza acestor roți. În aceste condiții, viteza unghiulară a motoarelor, 3 și 9, ce asigură rotația picioarelor în faza de suport, este egală cu viteza unghiulară a roților 2 și 11.

## Revendicări

1. Microrobotul mobil cu locomoție hibridă, conform invenției, este alcătuit dintr-un corp central (1), pe care sunt montate piciorul (5), acționat de servomotoarele (3) și (4), având la extremitatea sa roata pasivă (6), piciorul (7), acționat de servomotoarele (8) și (9), având la extremitatea sa roata pasivă (10), precum și roțile motoare (2), acționată de servomotorul (13), și (11), acționată de servomotorul (12).
2. Microrobotul mobil cu locomoție hibridă conform revendicării nr. 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru deplasare pe suprafețe pregătite în prealabil, acesta se poate deplasa folosind roțile motoare (2) și (11), unul sau ambele picioare având roțile pasive (6) și/sau (10) în contact cu solul, microrobotul funcționând în varianta "vehicul cu roți", iar picioarele (5) și (7) având poziție fixă.
3. Microrobotul mobil cu locomoție hibridă conform revendicărilor nr. 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru deplasare în teren natural (cu denivelări, vegetație, nisip sau în teren mlăștinos) sau pentru urcarea unor trepte, sunt acționate atât roțile (2) și (11), prin intermediul motoarelor (13) și (12), cât și picioarele (5) și (7), acționate de motoarele (3) și (4), respectiv (8) și (9).

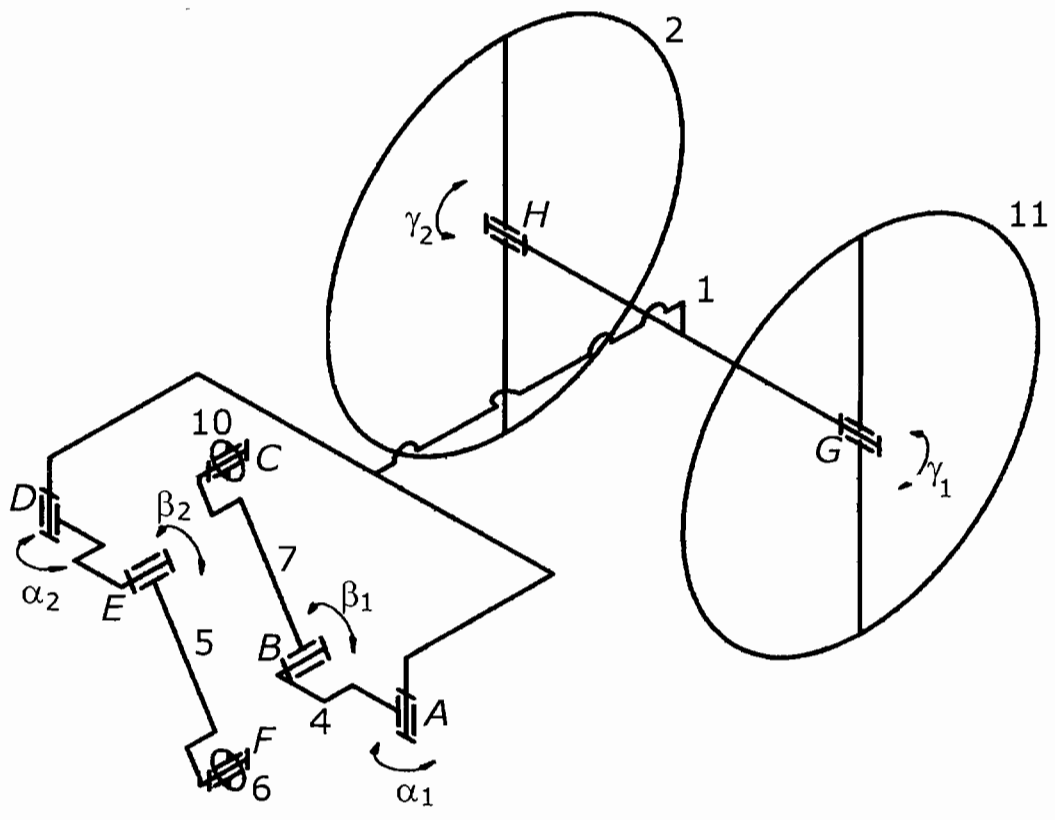


Figura 1

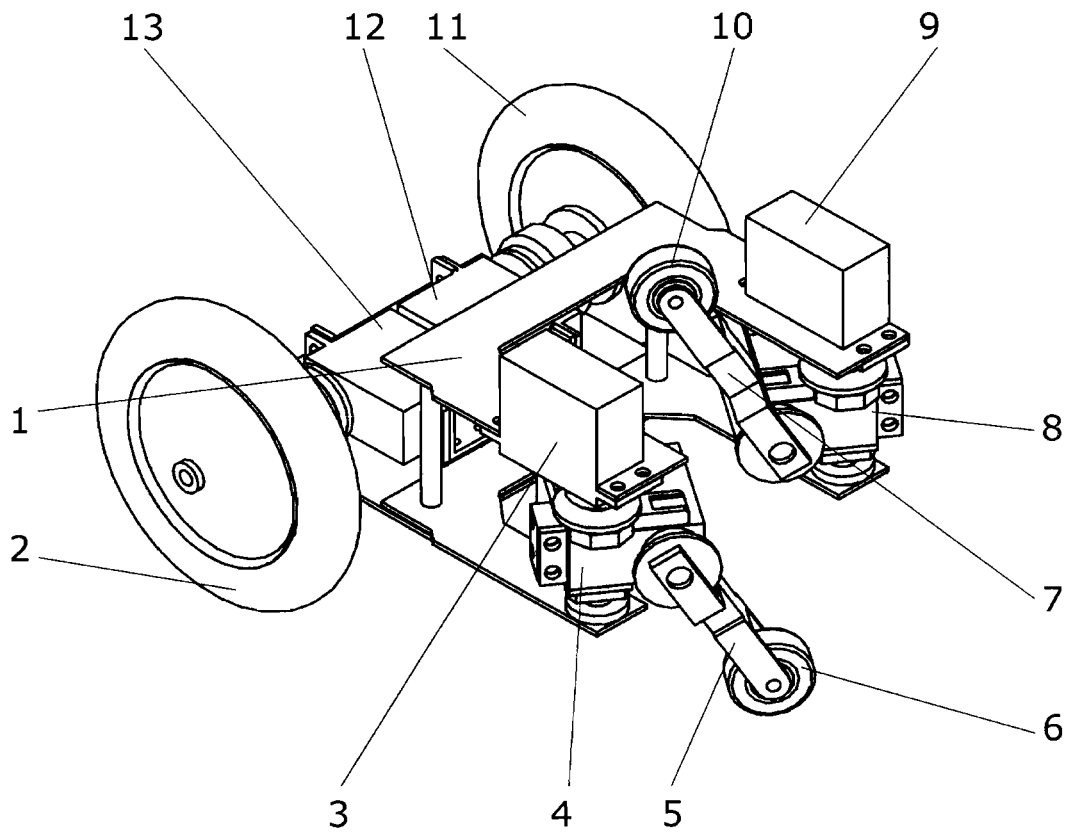


Figura 2



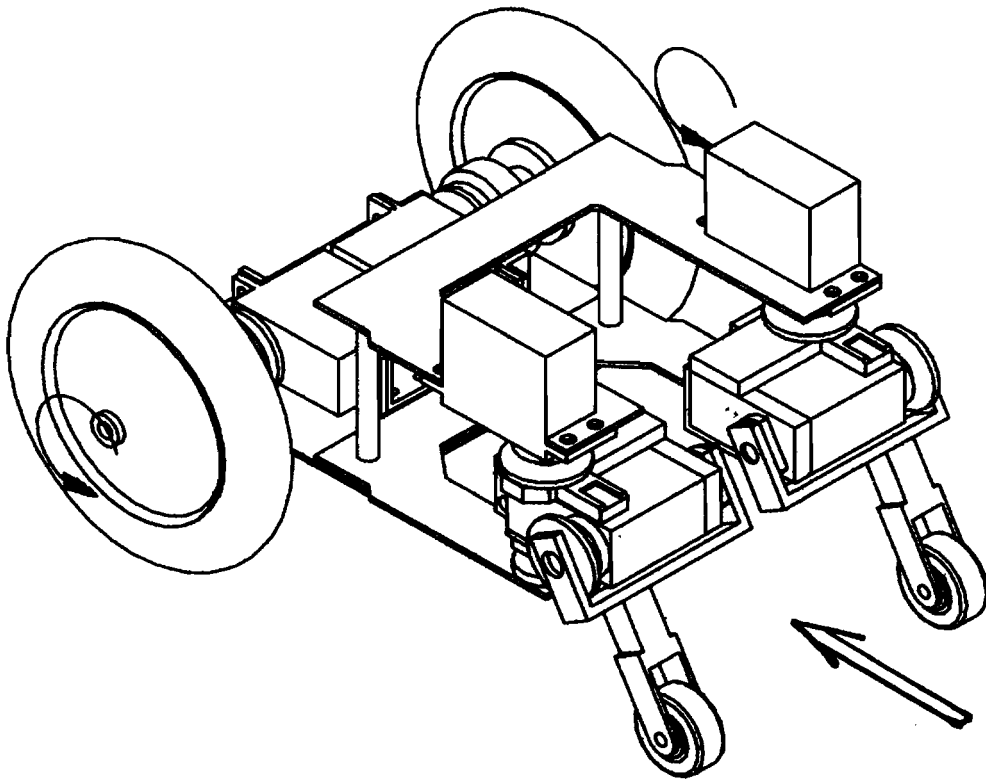


Figura 3

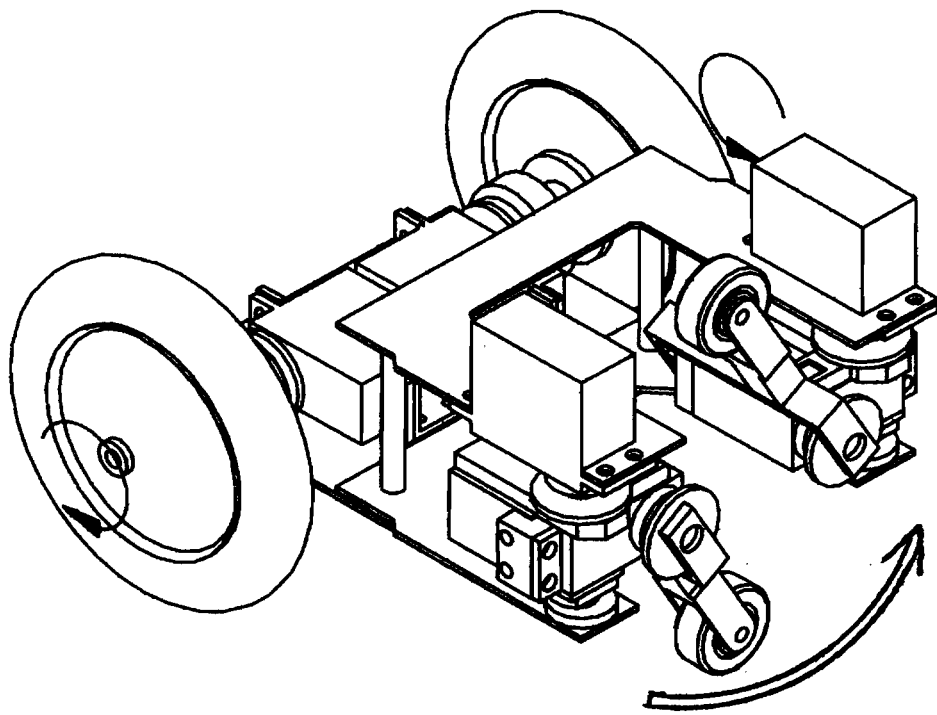


Figura 4

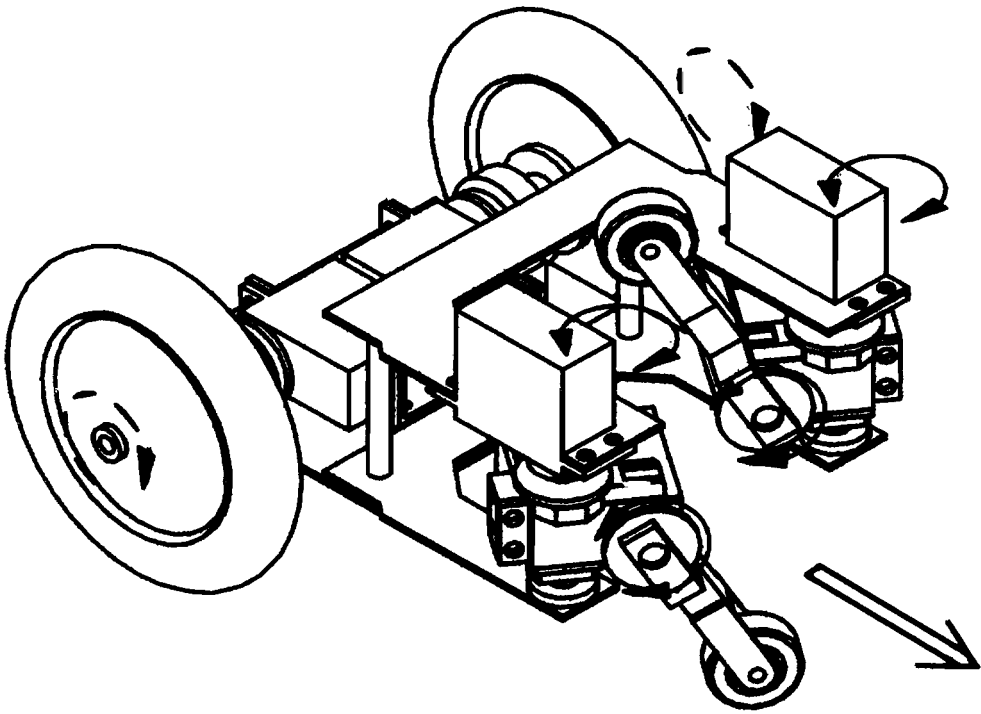


Figura 5

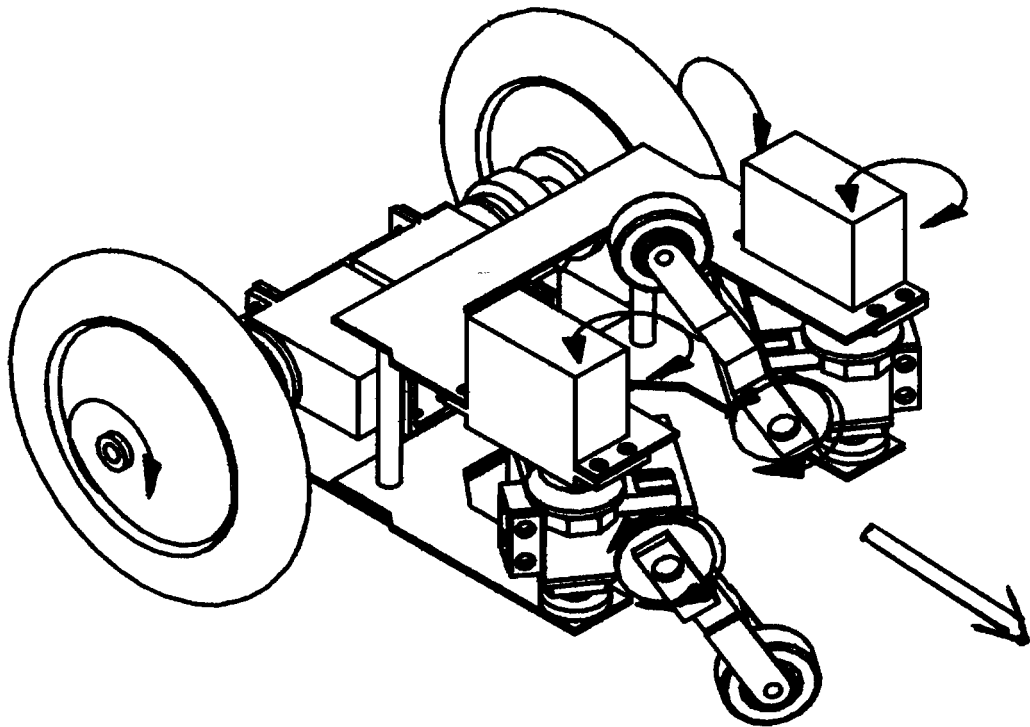


Figura 6