

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00710

(22) Data de depozit: 25/11/2021

(41) Data publicării cererii:  
30/03/2022 BOPI nr. 3/2022

(71) Solicitant:  
• SELF TRUST S.R.L., STR. BUCIUM,  
NR.34, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:  
• DOSOFTEI CONSTANTIN CĂTĂLIN,  
STR.PROFESOR NECULAI ZAMFIRESCU,  
NR.23, IAȘI, IS, RO;  
• POPOVICI ALEXANDRU TUDOR,  
STR.BUCIUM, NR.4, BL.110, SC. A, ET.4,  
AP.9, IAȘI, IS, RO;

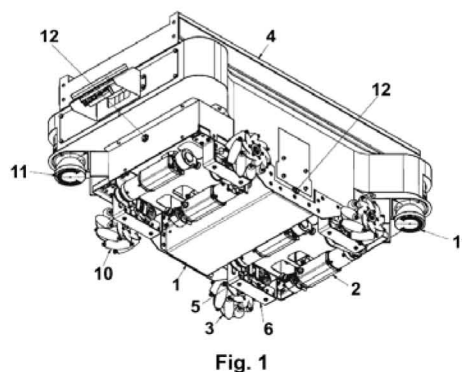
• HORGA VASILE, STR. TOMA COZMA  
NR. 89, BL. 571, SC. B, ET. 3, AP. 12, IAȘI,  
IS, RO;  
• DOROFTEI IOAN, STR. AMURGULUI  
NR. 8, BL. 258A, SC. B, ET. 1, AP. 5, IAȘI,  
IS, RO;  
• IOLEA VLAD AURELIAN, ȘOS.NICOLINA,  
NR.160V, ET.5, AP.48, IAȘI, IS, RO;  
• CIOBANU ADRIAN, STR.CETINII, NR.18,  
SAT LUNCA CETĂȚUII, COMUNA CIUREA,  
IS, RO

(54) ROBOT MOBIL OMNIDIRECȚIONAL AUTONOM

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un robot mobil omnidirecțional autonom cu roți Mecanum, care permite transbordarea de obiecte/materiale de pe un conveior fix de expediție pe un conveior fix de destinație, datorită unui conveior cu role acționate la partea superioară a robotului. Robotul mobil omnidirecțional autonom, conform invenției, este alcătuit dintr-un șasiu (1), pe care sunt montate, prin intermediul a patru grupuri (2) de acționare, patru roți (3) omnidirecționale, de tip Mecanum, și un conveior (4) cu role acționate la partea superioară, iar pentru preluarea șocurilor și menținerea contactului permanent al celor patru roți (3) cu terenul pe care se deplasează robotul, fiecare grup (2) de antrenare este prevăzut cu o transmisie (5) prin curea sincronă, cu un întinzător (13) și un sistem (6) de suspensie, alcătuit din două arcuri (7) elicooidale de compresiune, montate în paralel pe două bare (8) de ghidare.

Revendicări: 6  
Figuri: 10



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <i>a 2021 0710</i>
Data depozit <i>25-11-2021</i>

B

## DESCRIEREA INVENȚIEI

### ROBOT MOBIL OMNIDIRECȚIONAL AUTONOM

Invenția se referă la un robot mobil omnidirecțional autonom, cu patru roți Mecanum și conveior transbordare cu role la bord, capabil a-și modifica direcția de mers instantaneu, modificând independent viteza unghiulară a roților, fără ca acesta să dispună de un mecanism de direcție clasic, și de a transborda obiecte/materiale de pe o bandă pe alta a unei linii de fabricație ori a unui depozit de materiale sau produse finite.

Vehiculul poate fi utilizat pentru a transfera obiecte/materiale de pe o bandă de transport pe alta a unei linii de fabricații ori a unui depozit de materiale sau produse finite, în spații interne industriale aglomerate.

Sunt cunoscute manipuloarele mobile cu roți Mecanum (suedeze) dar care prezintă dezavantajul că necesită existența unui robot de tip manipulator montat pe o platformă mobilă, care să permită preluarea obiectelor (relativ ușoare) de pe o bandă transportoare și depunerea acestora pe o altă bandă, comparativ cu soluția de robot mobil omnidirecțional cu conveior transbordare cu role, ce permite transferul de obiecte relativ grele. De asemenea, sunt cunoscuți roboții mobili cu roți standard orientabile și conveior la partea superioară, însă manevrabilitatea acestora este inferioară celor cu roți Mecanum, în spații înguste, aglomerate.

Se cunoaște și documentul US 10011434 B1, care dezvăluie o soluție de configurare a unor conveioare, ce au la bază roboți mobili cu acționare diferențială, având două roți acționate mari în zona centrală și două roți mici de sprijin, neacționate, una în față, cealaltă în spate, roboți prevăzuți la partea superioară cu un conveior cu curea lată. Pentru îmbunătățirea manevrabilității (poziționării) conveiorului cu curea, acesta poate fi orientat în raport cu corpul robotului, fiind rotit în jurul axei verticale centrale a acestuia.

Mai este cunoscut și documentul US 2021/0261350 A1, care dezvăluie un conveior cu role ce poate fi montat la partea superioară a unui robot mobil cu acționare diferențială (două roți standard centrale acționate și două roți de sprijin, neacționate, una în fața robotului și a doua spatele acestuia). Acesta poate fi folosit pentru transportul obiectelor într-o secție de producție ori un depozit de materiale sau de produse finite.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față constă în realizarea unui robot mobil omnidirecțional autonom cu patru roți Mecanum și conveior transbordare cu role la bord, pentru preluarea obiectelor/materialelor de pe un conveior fix de expediție și depunerea

acestora pe un conveior fix de destinație, fără a fi necesar un manipulator care să execute operațiile de preluare/depunere și cu posibilitatea de a schimba instantaneu direcția de deplasare, în vederea evitării cu ușurință a obstacolelor dintr-un spațiu de lucru aglomerat.

Robotul mobil omnidirecțional autonom, conform invenției, este prevăzut cu un șasiu, pe care sunt montate, prin intermediul a patru grupuri de antrenare, patru roți omnidirecționale de tip Mecanum, respectiv un conveior cu role acționate la partea superioară; pentru a menține contactul permanent dintre fiecare roată și terenul pe care se deplasează robotul, fiecare grup de antrenare este prevăzut cu un sistem de suspensie propriu alcătuit din două arcuri elicoidale de compresiune, montate în paralel pe două bare de ghidare; fiecare roată este acționată de un grup de antrenare propriu, format dintr-un moto-reductor electric și o curea sincronă, astfel încât, variind vitezele unghiulare ale celor patru roți, robotul poate transla pe orice direcție sau poate efectua viraje, respectiv traiectorii curbe, fără a fi necesar un mecanism de direcție clasic; schimbarea direcției de mers în absența mecanismului de direcție este posibilă datorită rotelor dispuse pe circumferința roții Mecanum. Datorită sistemului de comandă implementat, vehiculul poate funcționa în două moduri: comandat la distanță, folosind un joystick și o transmisie radio de date de tip Bluetooth/WiFi; în regim autonom, fiind capabil să-și construiască și/sau actualizeze harta topologică a mediului de lucru în care are posibilitatea să navigheze, detectând și evitând obstacole datorită senzorilor laser de tip LIDAR 2D, a unei camere stereo, care utilizează rețelele neuronale pentru a reproduce vederea umană 3D și a senzorilor cu ultrasunete cu care este dotat. Astfel, robotul poate fi utilizat pentru preluarea unor obiecte/materiale de pe un conveior de destinație fix, transportarea acestora și depunerea lor pe un conveior fix de destinație, în spații aglomerate (hale de producție, depozite de materiale sau produse finite, etc.), în regim autonom sau comandat de un operator uman.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- robotul poate prelua obiecte/materiale de pe un conveior fix de expediție, în vederea transportării și depunerii acestora pe un conveior fix de destinație;
- preluarea și depunerea obiectelor/materialelor se face cu ajutorul conveiorului cu role aflat la partea superioară a platformei robotice, fără a fi nevoie de un robot de tip manipulator care să efectueze acele operații;
- robotul se poate deplasa cu ușurință în spații interioare aglomerate, cu posibilitatea schimbării instantanee a direcției de mers, putând funcționa în două moduri: comandat la distanță, în regim autonom;

- pentru menținerea unui contact permanent dintre fiecare roată și suprafața pe care se deplasează robotul, cele patru grupuri de antrenare sunt prevăzute cu sistem de suspensie propriu.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1..10, care reprezintă:

- figura 1, vedere 3D a robotului;
- figura 2, vedere de sus a robotului;
- figura 3, vedere laterală a robotului;
- figura 4, vedere frontală a robotului;
- figura 5, vedere 3D a unui grup de antrenare roată;
- figura 6, vedere de sus a unui grup de antrenare roată;
- figura 7, secțiune prin sistemul de suspensie al unui grup de antrenare roată;
- figura 8, scenariul de lucru al robotului;
- figura 9, arhitectura hibridă a sistemului de control;
- figura 10, echipamentele și tipurile de conexiuni interne ale sistemului de control.

Robotul mobil omnidirecțional autonom, conform invenției, este alcătuit dintr-un șasiu (1), pe care sunt montate, prin intermediul a patru grupuri de antrenare (2), patru roți omnidirecționale Mecanum (3), respectiv un conveior cu role acționate (4) la partea superioară. Pentru preluarea șocurilor și menținerea contactului permanent al celor patru roți (3) cu terenul pe care se deplasează robotul, fiecare grup de antrenare (2) este prevăzut cu o transmisie prin curea sincronă (5), cu întinzător (13), și un sistem de suspensie (6) alcătuit din două arcuri elicoidale de compresiune (7), montate în paralel pe două bare de ghidare (8). Fiecare roată (3) este acționată de un grup de antrenare propriu (2), format dintr-un motor-reductor electric (9), cu encoder incremental (15), și o curea sincronă (5), astfel încât, variind vitezele unghiulare ale celor patru roți (3), robotul poate transla pe orice direcție sau poate efectua viraje, respectiv traiectorii curbe, fără a fi necesar un mecanism de direcție clasic; schimbarea direcției de mers în absența mecanismului de direcție este posibilă datorită rotelor (10) dispuse pe circumferința roții Mecanum (3), role ce se rotesc pasiv în lagărele cu rulmenți pe care acestea le formează cu corpul central al roții. Strategia de mișcare și navigare a robotului mobil omnidirecțional autonom este implementată pe mai multe niveluri ierarhice, executive și decizionale. În funcție de volumul de prelucrare a informației, se impune folosirea unor diferite debite de trafic pe magistralele de comunicații existente în cadrul robotului și, în vederea atingerii acestui deziderat, în cadrul robotului mobil omnidirecțional autonom sunt folosite diverse protocoale de comunicație: CAN-OPEN – implementat în

cadrul nivelului executiv, unde este specific un debit mic, latență mică și o lățime de bandă maxim 1Mb/s, folosind un mecanism robust de soluționare a conflictelor; MODBUS TCP/IP peste Ethernet – conferă o comunicație simplă, stabilă și rapidă între nivelul executiv și cel decizional; EFI-PRO bazat pe EtherNet/IP™ și CIP Safety™ – în vederea conectivității conforme cu cerințele senzorilor de siguranță, controlerelor de siguranță și elementelor de execuție conectate prin Ethernet tip 100Base-TX, cu o lățime de bandă de 100Mb/s. Coordonarea nivelului executiv este realizată cu un PLC, nivelul de planificare și navigare realizat cu ajutorul unui calculator bazat pe inteligență artificială, iar controlerul de siguranță cu ajutorul căruia se asigură standardele europene de siguranță (EN-ISO 12100, EN 60204-1, EN 1175-1+A1 și EN 1525) este implementat cu un PLC special de siguranță. Datorită sistemului de comandă implementat, vehiculul poate funcționa în două moduri: comandat de către un operator uman, utilizând un joystick ce este interconectat de la distanță prin Bluetooth/WiFi direct în rețeaua de comunicație internă a nivelului executiv; în regim autonom, fiind capabil să detecteze obstacole și să evite coliziunea cu acestea, datorită celor doi senzori laser (11), a senzorilor cu ultrasunete (12) și a camerei stereo 3D (14) cu care este dotat robotul. Monitorizarea parametrilor interni ai robotului este realizată printr-un protocol full-duplex de comunicație de pe un nod ROS care rulează pe un calculator server din depozitul logistic. O aplicație web permite interacțiunea printr-o conexiune websocket cu serverul din depozitul logistic și cu robotul permițând accesul la parametrii interni ai robotului mobil, precum și la situarea robotului în spațiul de lucru.

**REFERINȚE BIBLIOGRAFICE**

- [1]. Mark Anthony Messina, US Patent, US-10011434-B1 - Mobile Configurable Conveyor Component, July 03, 2018.
- [2] Eric Diehr, Andrew Zeller, US Patent Application, US 2021/0261350 A1 – Robotic Payload Transport System, publication date August 26, 2021.
- [3]. Ilon, B. E.: "Wheels for a Course Stable Selfpropelling Vehicle Movable in any Desired Direction on the Ground or Some Other Base", U.S. Patent. U.S.A, 1975.

## REVENDICĂRI

Revendicarea nr.1: Robotul mobil omnidirecțional autonom, conform invenției, este alcătuit dintr-un șasiu (1), pe care sunt montate, prin intermediul a patru grupuri de antrenare (2), patru roți omnidirecționale de tip Mecanum (3), și un conveior cu role acționate (4) la partea superioară.

Revendicarea nr.2: Robot mobil omnidirecțional autonom conform revendicării nr.1, **caracterizat prin aceea că**, pentru transbordarea obiectelor/materialelor de pe un conveior fix de expediție (16) pe un conveior fix de destinație (17), acesta este prevăzut cu un conveior cu role acționate (4), nefiind necesar un manipulator pentru încărcarea/descărcarea obiectelor/materialelor pe/de pe platforma superioară a robotului.

Revendicarea nr.3: Robot mobil omnidirecțional autonom conform revendicărilor nr. 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru preluarea șocurilor și menținerea contactului permanent al celor patru roți (3) cu solul, fiecare grup de antrenare (2) este prevăzut cu o transmisie prin curea sincronă (5), cu întinzător (13), și un sistem de suspensie (6) alcătuit din două arcuri elicoidale de compresiune (7), montate în paralel pe două bare de ghidare (8).

Revendicarea nr.4: Robot mobil omnidirecțional autonom conform revendicărilor nr. 1, 2 și 3, **caracterizat prin aceea că**, strategia de mișcare și navigare este implementată pe mai multe nivele ierarhice, executive și decizionale și, în funcție de volumul de prelucrare a informației, sunt utilizate diferite debite de trafic pe magistralele de comunicații existente în cadrul robotului și diverse protocoale de comunicație: CAN-OPEN – implementat în cadrul nivelului executiv, unde este specific un debit mic, latență mică și o lățime de bandă maxim 1Mb/s, folosind un mecanism robust de soluționare a conflictelor; MODBUS TCP/IP peste Ethernet – conferă o comunicație simplă, stabilă și rapidă între nivelul executiv și cel decizional; EFI-PRO bazat pe EtherNet/IP™ și CIP Safety™ – în vederea conectivității conforme cu cerințele senzorilor de siguranță, controlerelor de siguranță și elementelor de execuție conectate prin Ethernet tip 100Base-TX, cu o lățime de bandă de 100Mb/s, coordonarea nivelului executiv fiind realizată cu un PLC, nivelul de planificare și navigare cu ajutorul unui calculator bazat pe inteligență artificială, iar controlerul de siguranță fiind implementat cu un PLC special de siguranță.

Revendicarea nr.5: Robot mobil omnidirecțional autonom conform revendicărilor nr. 1, 2, 3 și 4, **caracterizat prin aceea că**, acesta poate funcționa în două moduri: comandat de către un operator uman utilizând un joystick ce este interconectat de la distanță prin Bluetooth / WiFi direct în rețeaua de comunicație internă a nivelului executiv; în regim autonom, fiind

capabil să detecteze și să evite coliziunea cu obstacolele, datorită celor doi senzori laser (11), a senzorilor cu ultrasunete (12) și a camerei stereo 3D (14) cu care este dotat robotul.

Revendicarea nr.6: Robot mobil omnidirecțional autonom conform revendicărilor 1, 2, 3, 4 și 5 **caracterizat prin aceea că**, monitorizarea parametrilor interni ai robotului este realizată printr-un protocol full-duplex de comunicație cu un calculator server din depozitul logistic, pe care rulează un nod ROS, iar cu ajutorul unei aplicații web, printr-o conexiune websocket dintre serverul din depozitul logistic și robot, este posibil accesul la parametrii interni ai robotului mobil, precum și la situarea robotului în spațiul de lucru.



✕

DESENE EXPLICATIVE

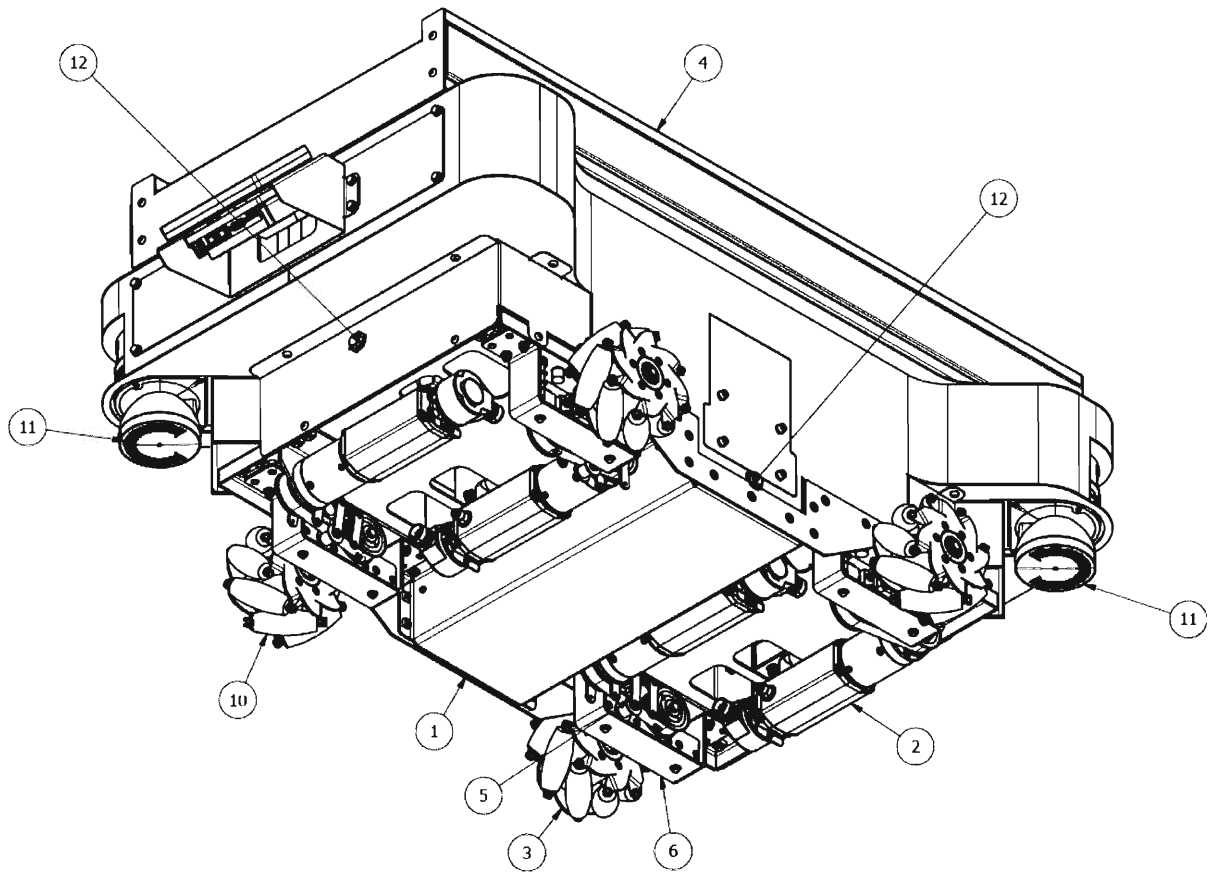


Figura 1

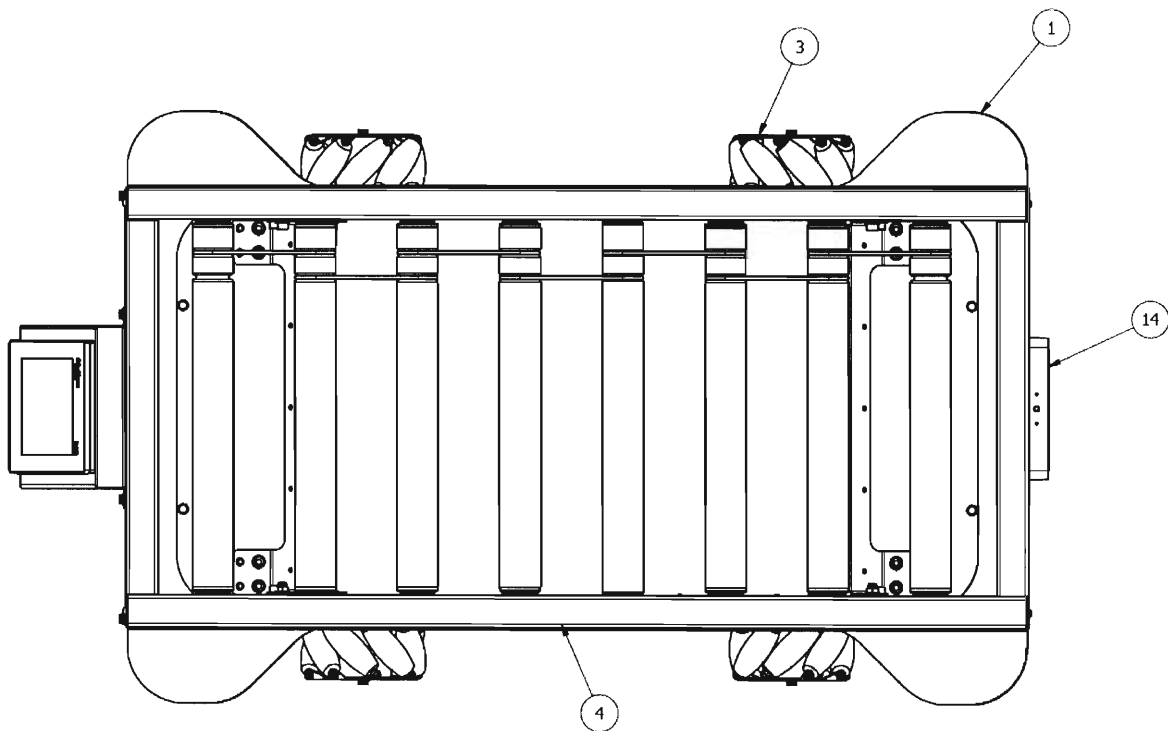


Figura 2

G

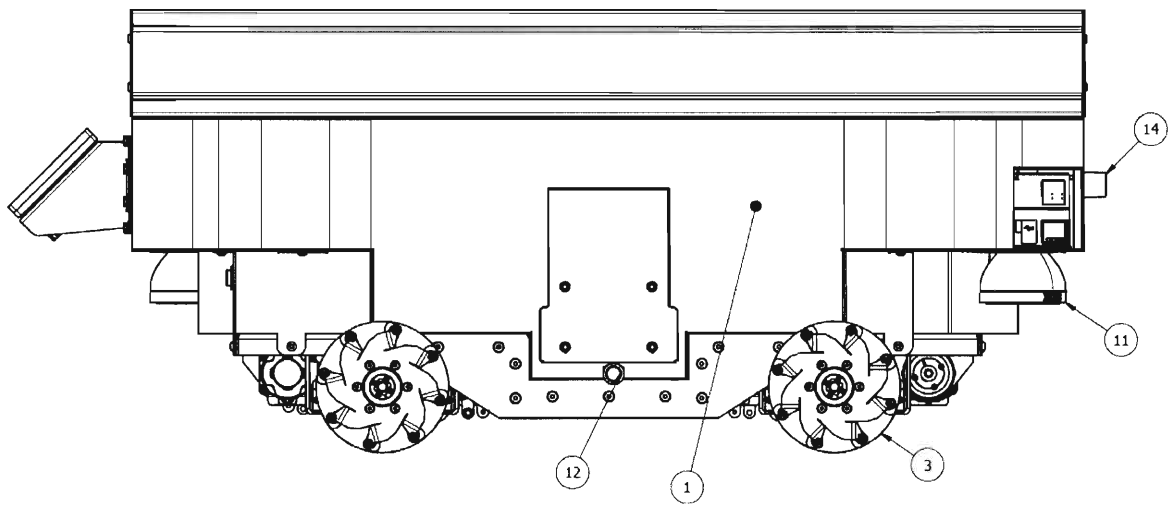


Figura 3

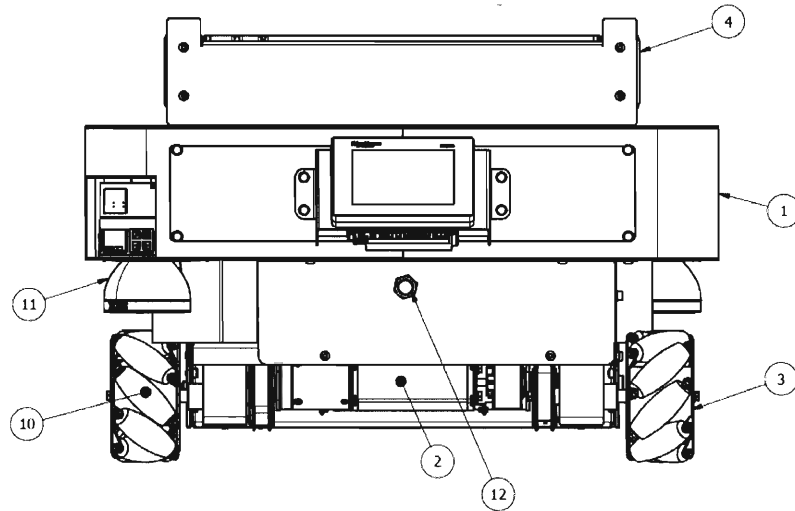


Figura 4

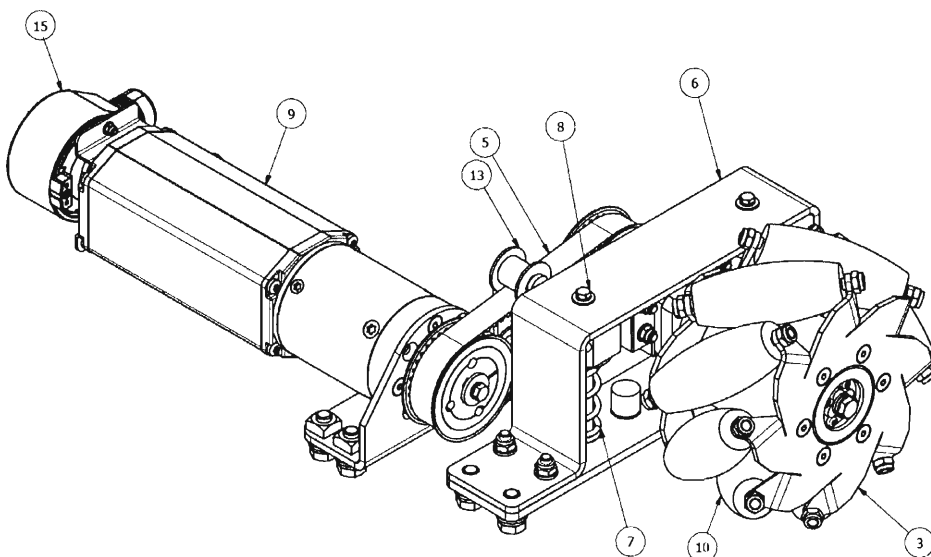


Figura 5

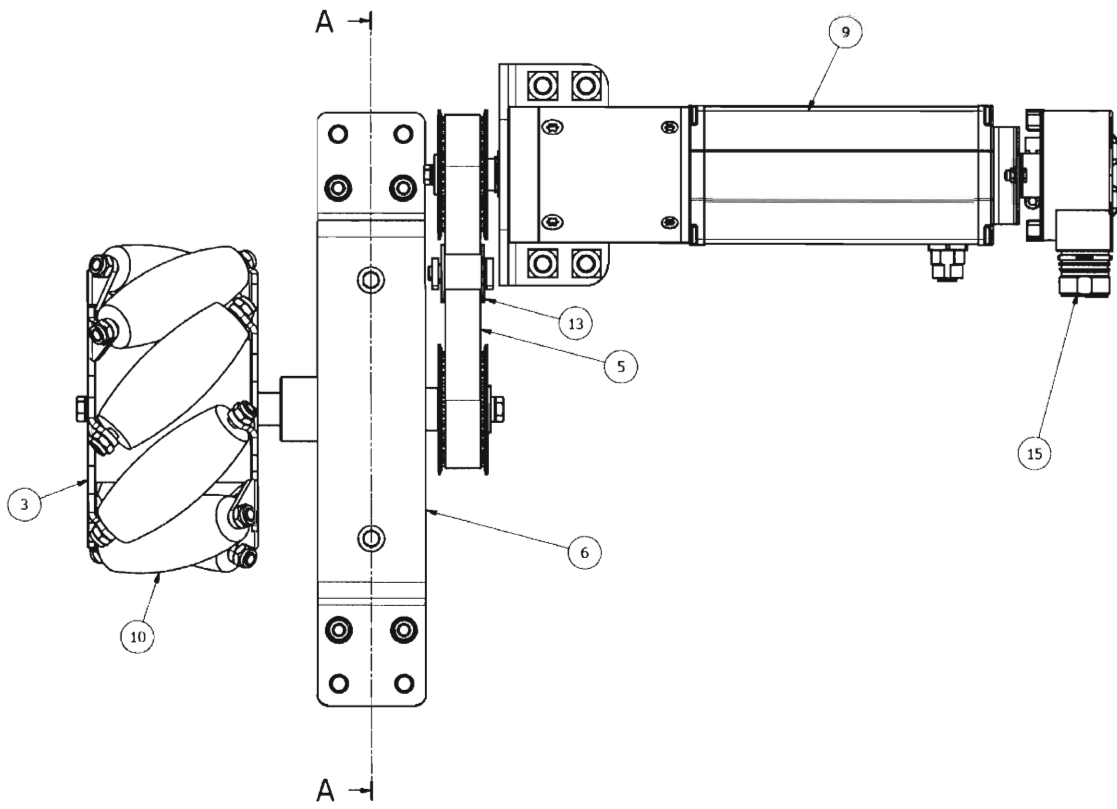


Figura 6

A-A

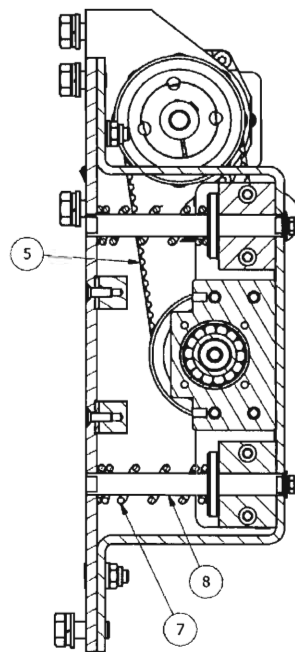


Figura 7

4

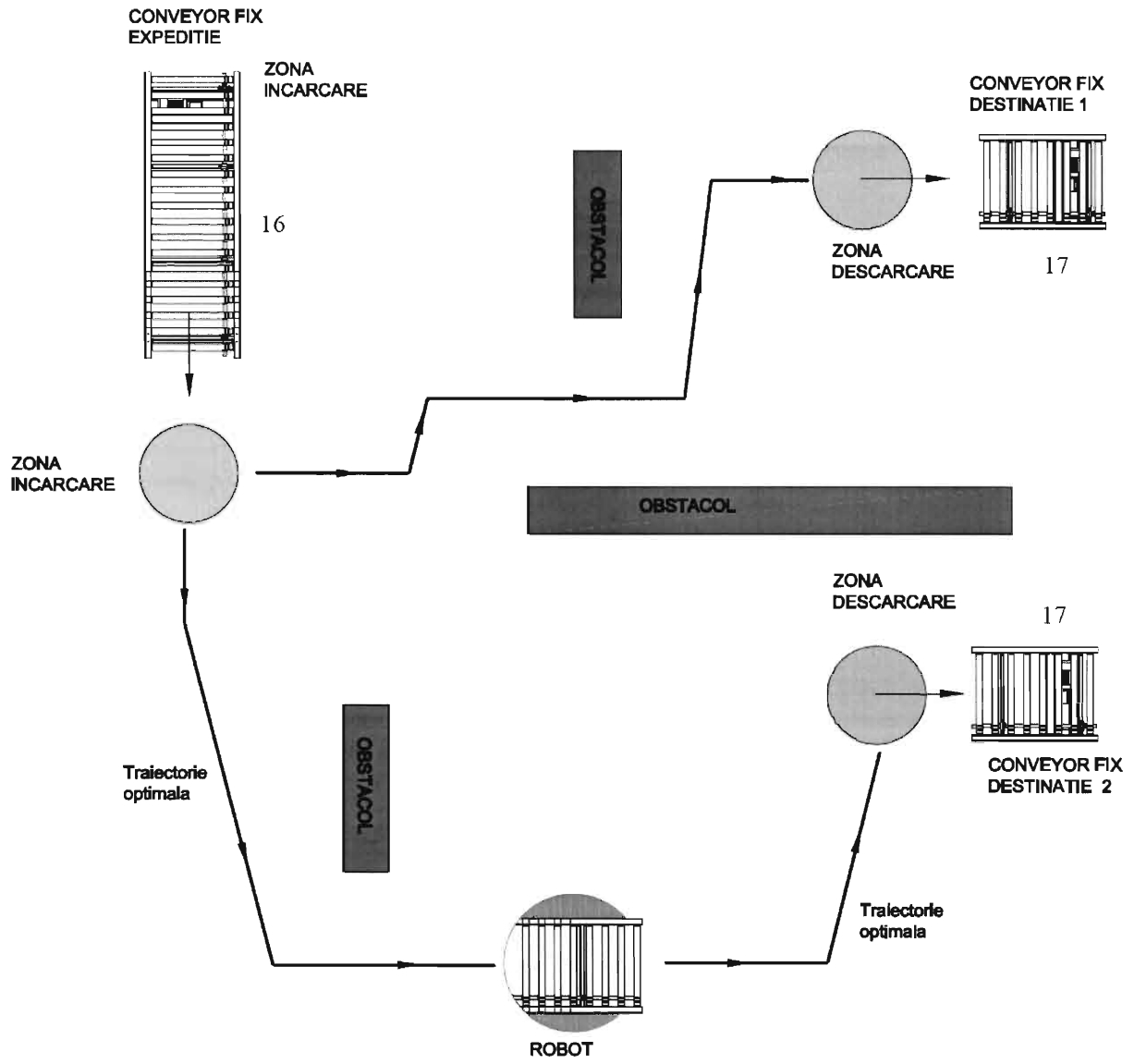


Figura 8

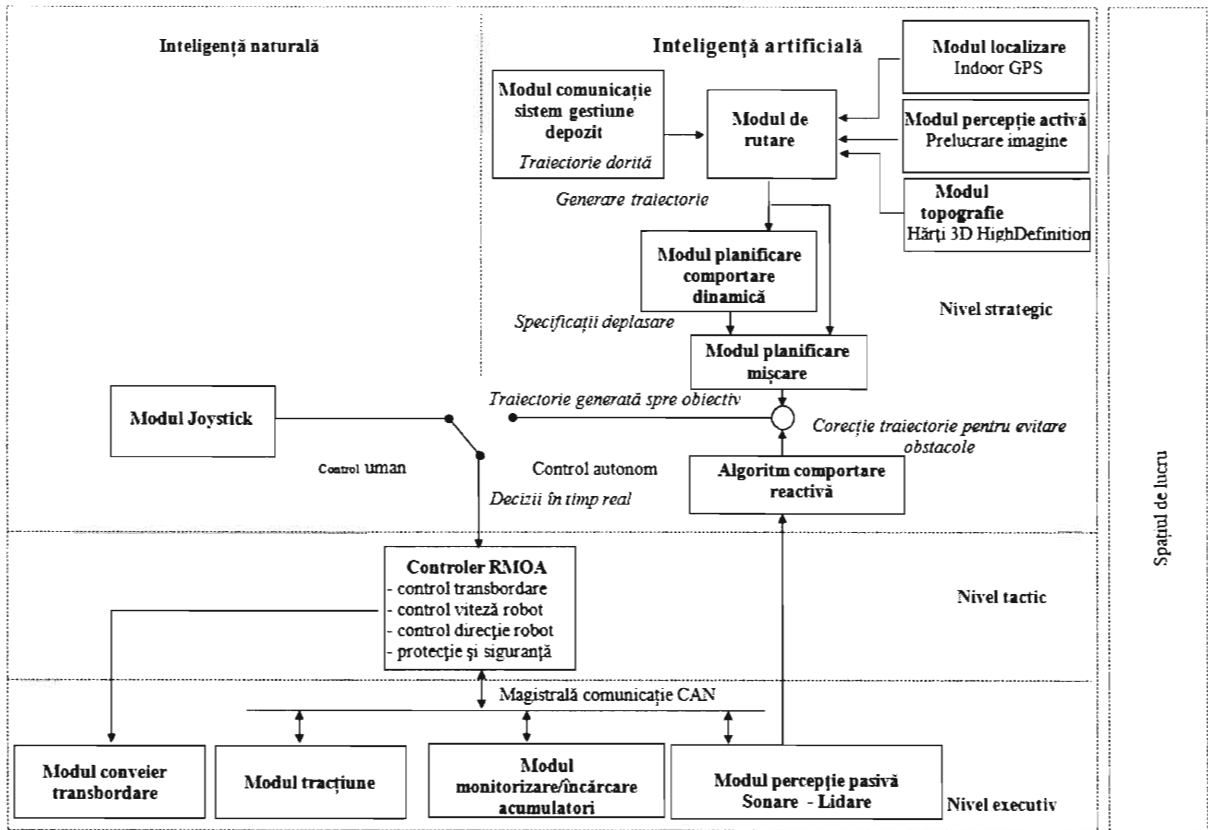


Figura 9

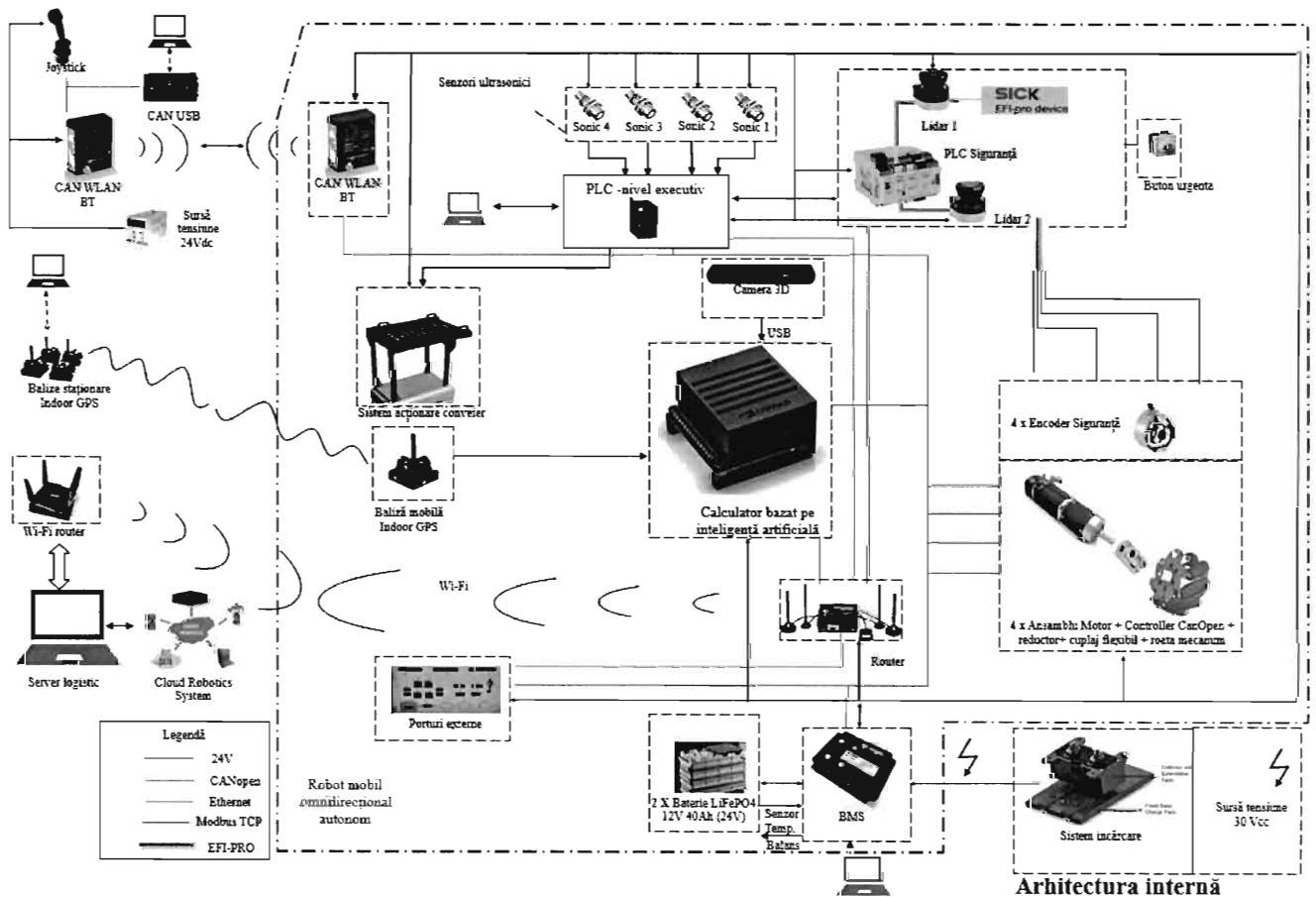


Figura 10