



(11) **RO 135580 B1**

(51) **Int.Cl.**

B25J 5/00 (2006.01),
B25J 9/00 (2006.01),
B60P 1/52 (2006.01),
B60B 19/12 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2021 00710**

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/12/2023** BOPI nr. **12/2023**

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

(73) Titular:
• **SELF TRUST S.R.L., STR.BUCIUM,
NR.34, IAȘI, IS, RO**

(72) Inventatori:
• **DOSOFTEI CONSTANTIN CĂȚĂLIN,
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 GETĂȚUII, COMUNA CIUREA,
IS, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**CN 107839787 A; KR 20210078828 A;
RO 128285 B1**

(54) **ROBOT MOBIL OMNIDIRECȚIONAL AUTONOM**



RO 135580 B1

1 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,
3 modificând independent viteza unghiulară a roților, fără că acesta să dispună de un meca-
nism de direcție clasic, și de a transborda obiecte/materiale de pe o bandă pe alta a unei linii
5 de fabricație ori a unui depozit de materiale sau produse finite.

7 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.

9 Sunt cunoscute manipuloarele mobile cu roți Mecanum (suedeze) dar care prezintă
dezavantajul că necesită existența unui robot de tip manipulator montat pe o platformă
11 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
13 cu conveior transbordare cu role, ce permite transferul de obiecte relativ grele. De aseme-
nea, sunt cunoscuți roboții mobili cu roți standard orientabile și conveior la partea superioară,
15 însă manevrabilitatea acestora este inferioară celor cu roți Mecanum, în spații înguste,
aglomerate.

17 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
19 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 bandă lată. Pentru îmbună-
21 tățirea manevrabilității (poziționării) conveiorului cu bandă, acesta poate fi orientat în raport
cu corpul robotului, fiind rotit în jurul axei verticale centrale a acestuia.

23 Se cunoaște 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
25 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
27 producție ori un depozit de materiale sau de produse finite.

29 În cadrul documentului **CN 107839787 A**, care dezvăluie un robot mobil omnidirec-
țional cu roți Mecanum cuprinzând o platformă mobilă, un corp al robotului, un dispozitiv de
31 control, un panou de operare, un dispozitiv de ridicare și un dispozitiv de alimentare.

33 Documentul **RO 128285 B1**, dezvăluie un vehicul cu patru roți omnidirecționale
cuprinzând un șasiu, pe care sunt montate, prin intermediul a patru moto-reductoare de
35 acționare patru roți omnidirecționale având pe circumferința lor două rânduri de role. Men-
ținerea contactului cu solul este realizată cu ajutorul unui sistem de suspensie alcătuit din
două mecanisme patrulater spațiale înseriate și patru perechi amortizor -resort, respectiv
brațele oscilante.

37 Mai este cunoscut și documentul **KR 20210078828 A**, care dezvăluie un vehicul cu
ghidat automat cu conveior, cuprinzând un corp vehicul, un conveior și două unități laterale.

39 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față constă în realizarea unui robot
mobil omnidirecțional autonom cu patru roți Mecanum, care poate rula în medii fără planei-
41 tate, echipat cu un conveior transbordare cu role la bord, pentru preluarea obiectelor/ma-
terialelor de pe un conveior fix de expediție și depunerea acestora pe un conveior fix de
43 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
45 ușurință a obstacolelor dintr-un spațiu de lucru aglomerat.

47 Robotul mobil omnidirecțional autonom, conform invenției, este prevăzut cu un șasiu,
pe care sunt montate, prin intermediul a patru grupuri de antrenare, patru roți omni-
direcționale de tip Mecanum, respectiv un conveior cu role acționate la partea superioară.

RO 135580 B1

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;	1
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 rolului dispuse pe circumferința roții Mecanum.	3
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.	5
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.	7
Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:	9
- robotul poate prelua obiecte/materiale de pe un conveior fix de expediție, în vederea transportării și depunerii acestora pe un conveior fix de destinație;	11
- 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;	13
- 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;	15
- 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.	17
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu fig.1...10, care reprezintă:	19
- fig. 1, vedere 3D a robotului;	21
- fig. 2, vedere de sus a robotului;	23
- fig. 3, vedere laterală a robotului;	25
- fig. 4, vedere frontală a robotului;	27
- fig. 5, vedere 3D a unui grup de antrenare roată;	29
- fig. 6, vedere de sus a unui grup de antrenare roată;	31
- fig. 7, secțiune prin sistemul de suspensie al unui grup de antrenare roată;	33
- fig. 8, scenariul de lucru al robotului;	35
- fig. 9, arhitectura hibridă a sistemului de control;	37
- fig. 10, echipamentele și tipurile de conexiuni interne ale sistemului de control.	39
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	43

RO 135580 B1

1 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 moto-reductor electric **9**,
3 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
5 traiectorii curbe, fără a fi necesar un mecanism de direcție clasic; schimbarea direcției de
mers în absența mecanismului de direcție este posibilă datorită roților **10** dispuse pe
7 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
9 omnidirecțional autonom este implementată pe mai multe niveluri ierarhice, executive și
decizionale. În funcție de volumul de prelucrare a informației, se impune folosirea unor
11 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
13 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,
15 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;
17 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 conec-
19 tate 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
21 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
23 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,
25 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
27 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
29 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
31 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
33 robotului în spațiul de lucru.

35 Referințe bibliografice:

- 37 [1]. Mark Anthony Messina, US Patent, US-10011434-B1 - Mobile Configurable Conveyor
Component, July 03, 2018.
- 39 [2] Eric Diehr, Andrew Zeller, US Patent Application, US 2021/0261350 A1 - Robotic Payload
Transport System, publication date August 26, 2021.
- 41 [3]. Hon, 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.
- 43 [4] Ioan Doroftei, Vasile Horga, Marcel-Constantin Rățoi, RO 128285 B1 - Vehicul cu patru
roți omnidirecționale, 30.07.2019.
- 45 [5] Dongguan Songdi Intelligent Robot Technology Co., CN 107839787 A - Mecanum-wheel
omnidirectional mobile robot, March 27, 2018.
- 47 [6] KR 20210078828 A - Conveyor Automated Guided Vehicle, June 29, 2021.

RO 135580 B1

Revendicări

1. Robotul mobil omnidirecțional autonom, conform invenției, este alcătuit dintr-un șasiu (1), pe care sunt montate, prin intermediul a patru grupuri (2) de antrenare, patru roți (3) omnidirecționale de tip Mecanum, și un conveior (4) cu role acționate la partea superioară, pentru transbordarea obiectelor/materialelor de pe un conveior fix (16) de expediție pe un conveior fix (17) de destinație, **caracterizat prin aceea că**, pentru preluarea șocurilor și menținerea contactului permanent al celor patru roți (3) cu solul, fiecare grup (2) de antrenare este prevăzut cu o transmisie (5) prin curea sincronă, cu un întinzător (13), și un sistem de suspensie (6), alcătuit din două arcuri (7) elicoidale de compresiune, montate în paralel pe două bare (8) de ghidare. 11
2. Robot mobil omnidirecțional autonom, conform revendicării nr. 1, **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. 23
3. Robot mobil omnidirecțional autonom conform revendicărilor 1 și 2, **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 (11) laser, a senzorilor (12) cu ultrasunete și a camerei (14) stereo 3D cu care este dotat robotul. 27
4. Robot mobil omnidirecțional autonom conform revendicărilor 1, 2 și 3, **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. 35

RO 135580 B1

(51) Int.Cl.

B25J 5/00 (2006.01);

B25J 9/00 (2006.01);

B60P 1/52 (2006.01);

B60B 19/12 (2006.01)

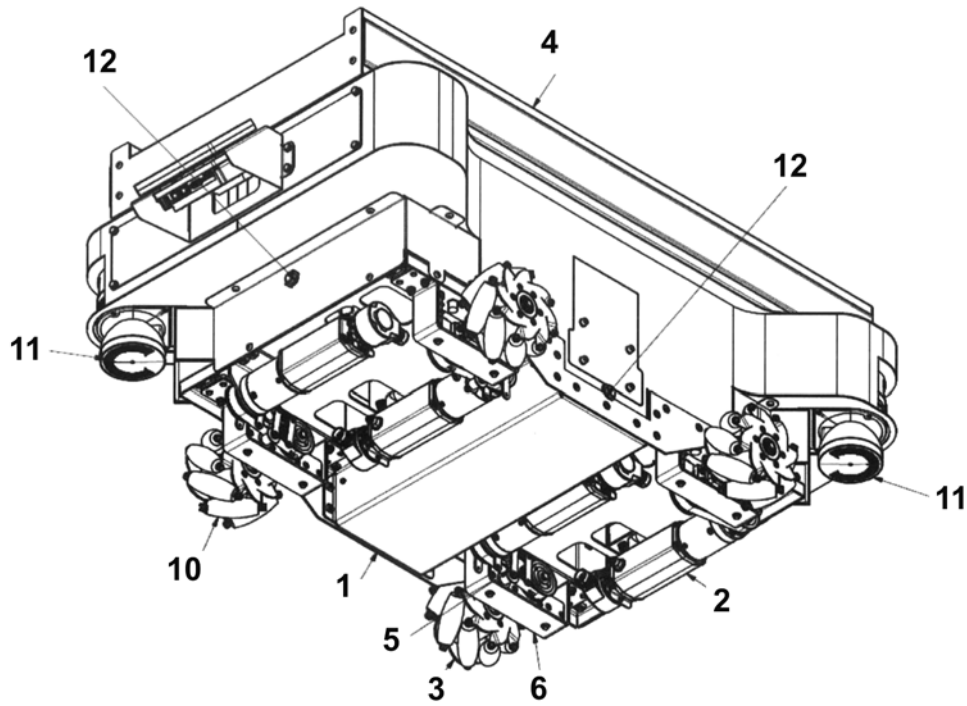


Fig. 1

(51) Int.Cl.

B25J 5/00 (2006.01);

B25J 9/00 (2006.01);

B60P 1/52 (2006.01);

B60B 19/12 (2006.01)

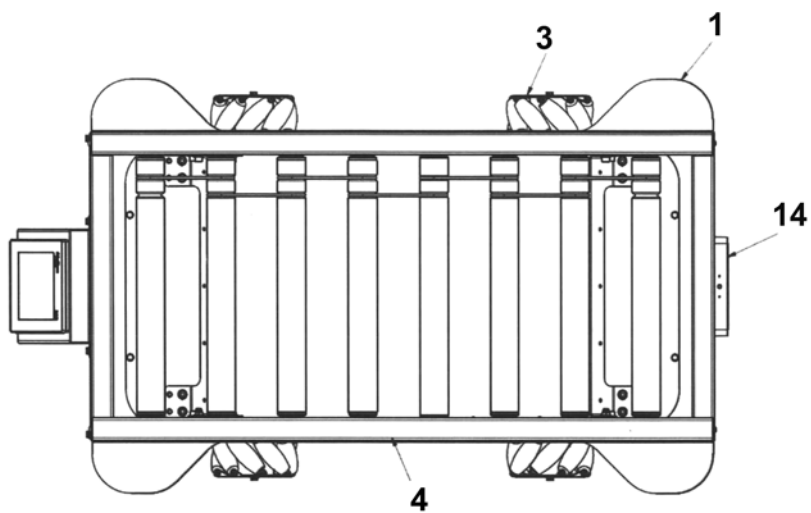


Fig. 2

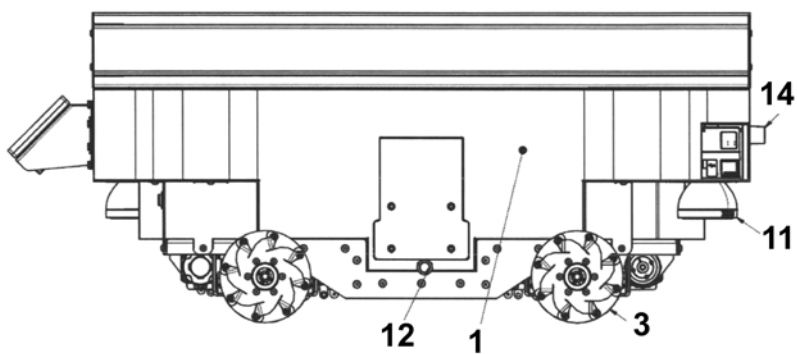


Fig. 3

RO 135580 B1

(51) Int.Cl.

B25J 5/00 (2006.01);

B25J 9/00 (2006.01);

B60P 1/52 (2006.01);

B60B 19/12 (2006.01)

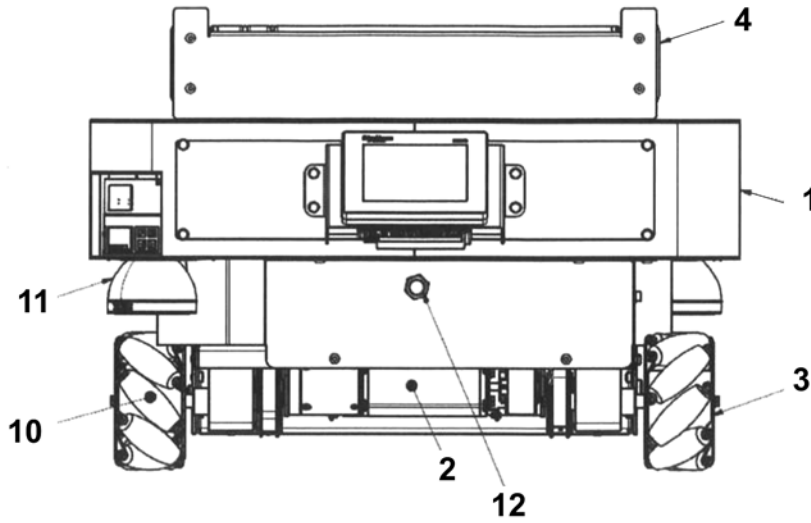


Fig. 4

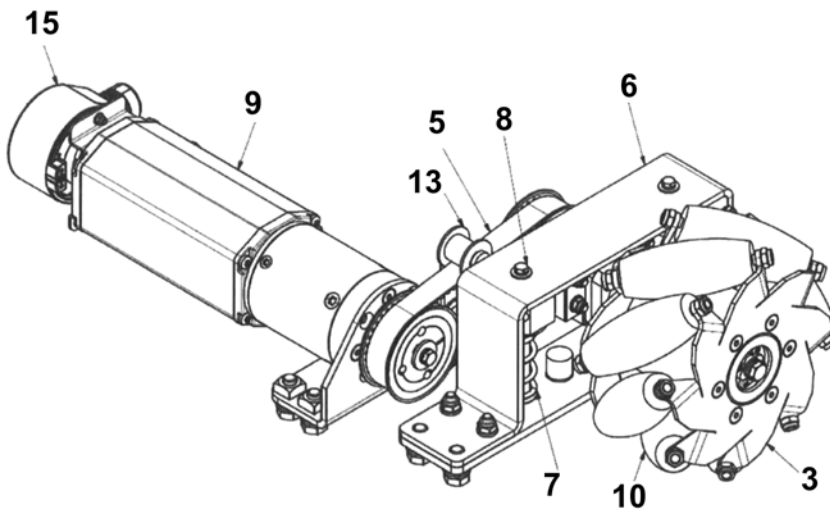


Fig. 5

RO 135580 B1

(51) Int.Cl.

B25J 5/00 (2006.01);

B25J 9/00 (2006.01);

B60P 1/52 (2006.01);

B60B 19/12 (2006.01)

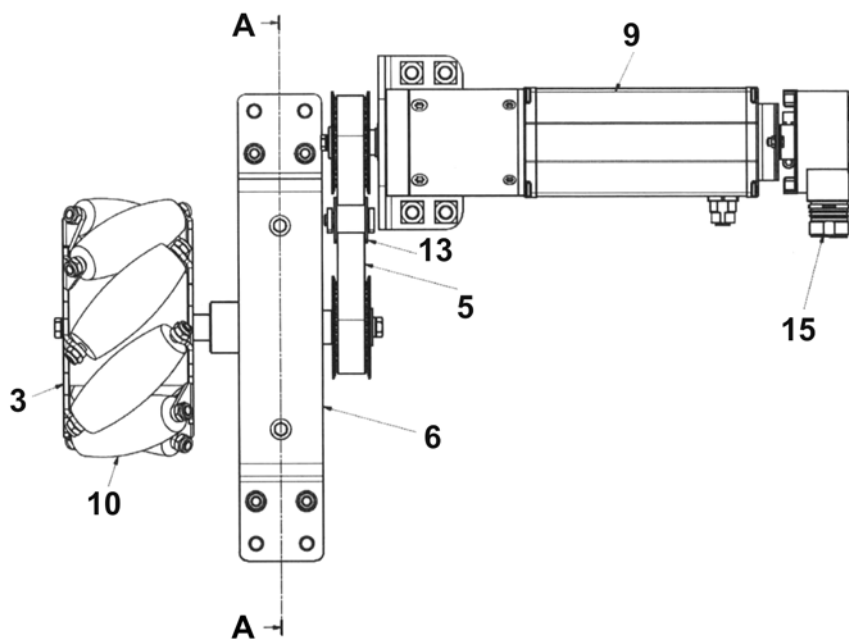


Fig. 6

A-A

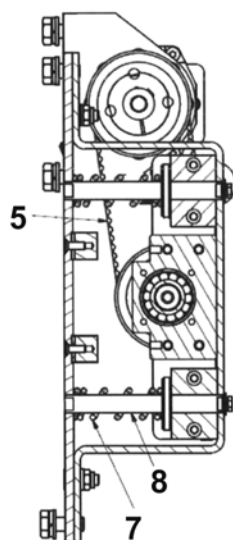


Fig. 7

(51) Int.Cl.

B25J 5/00 (2006.01);

B25J 9/00 (2006.01);

B60P 1/52 (2006.01);

B60B 19/12 (2006.01)

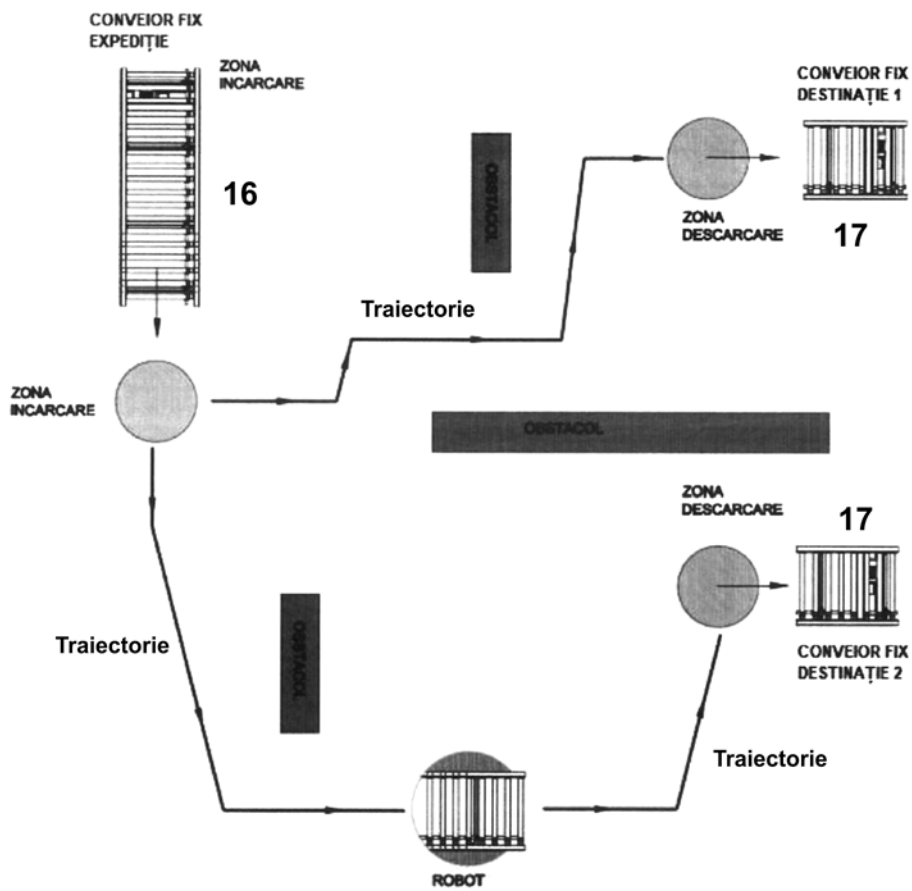


Fig. 8

(51) Int.Cl.

B25J 5/00 (2006.01),

B25J 9/00 (2006.01),

B60P 1/52 (2006.01),

B60B 19/12 (2006.01)

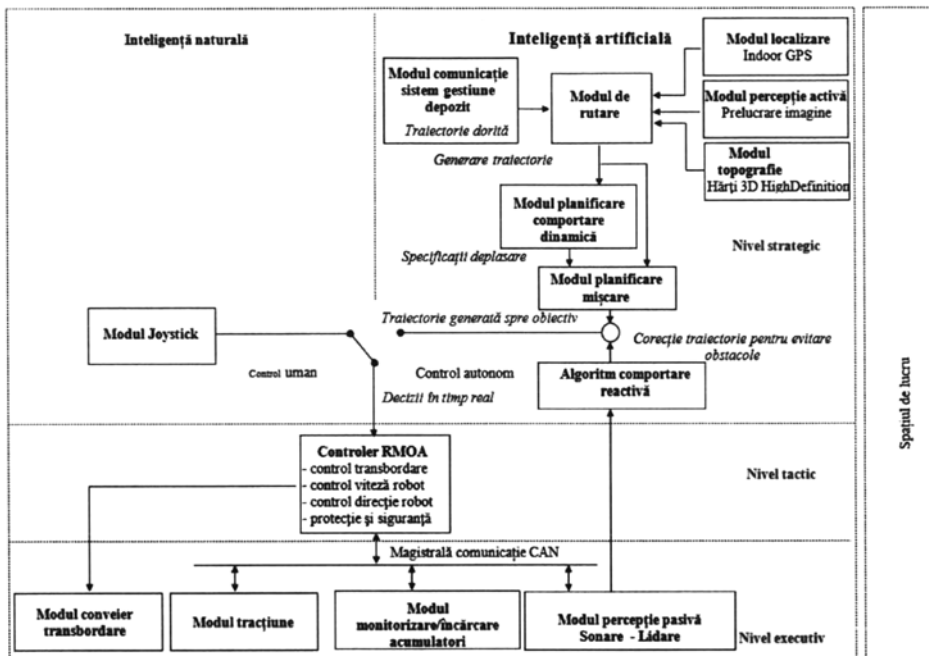


Fig. 9

(51) Int.Cl.

B25J 5/00 (2006.01);

B25J 9/00 (2006.01);

B60P 1/52 (2006.01);

B60B 19/12 (2006.01)

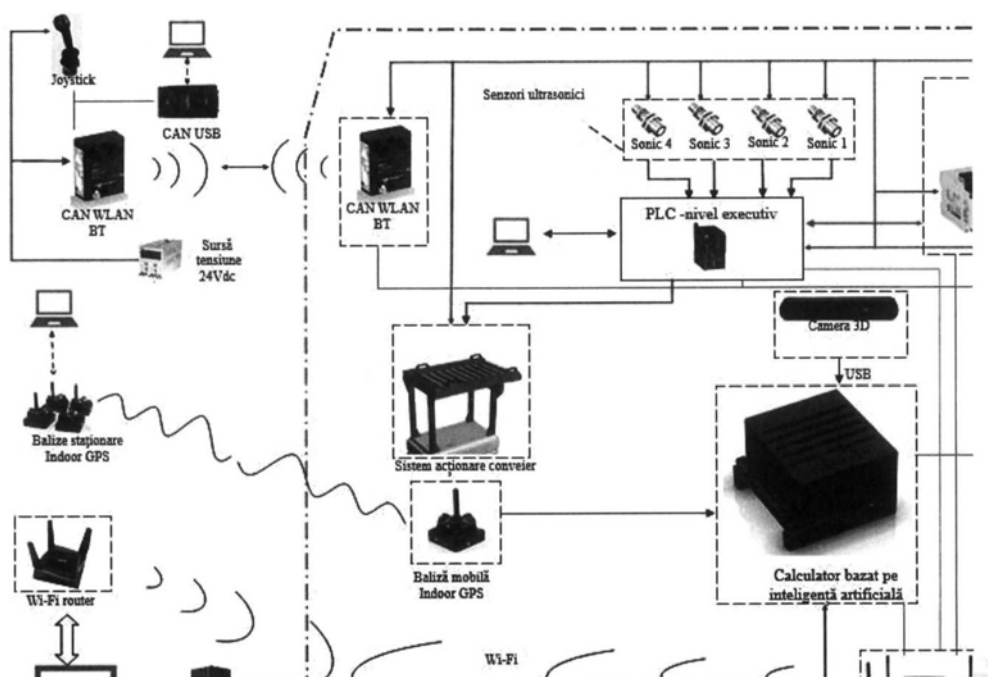


Fig. 10



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 501/2023