

DEZVOLTAREA UNUI ROBOT MOBIL PENTRU APLICAȚII MILITARE ȘI ANTITERORISM

BĂNICĂ Laurențiu-Marian¹

Conducător științific: Prof.dr.ing. Adrian NICOLESCU

REZUMAT: Lucrarea prezintă construcția unui robot mobil utilizat pentru aplicații militare. Sunt prezentate componentele mecanice precum și modul în care acestea au fost prelucrate utilizând tehnologia de printare 3D. De asemenea sunt prezentate specificațiile tehnice și funcționale ale componentelor din cadrul sistemului de acționare comandă și control. La finalul lucrării este prezentat ansamblul parțial al robotului mobil.

CUVINTE CHEIE: robot mobil, structura mecanică, sistem de comandă și control, componente mecanice, componente electromecanice

1 STRUCTURA GENERALĂ A ROBOTULUI MOBIL

Unul din cele mai importante aspecte în evoluția ființei umane este folosirea uneltelor care să simplifice munca fizică. În aceasta categorie se înscriu și roboții, ei ocupând totuși o poziție privilegiată datorită complexității lor.

Robotul mobil este un sistem complex care poate efectua diferite activități într-o varietate de situații specifice lumii reale (fig.1). El este o combinație de dispozitive echipate cu servomotoare și senzori (aflate sub controlul unui sistem ierarhic de calcul) ce operează într-un spațiu real, marcat de o serie de proprietăți fizice (de exemplu gravitația care influențează mișcarea tuturor roboților care funcționează pe pământ) și care trebuie să planifice mișcările astfel încât robotul să poată realiza o sarcină în funcție de starea inițială a sistemului și în funcție de informația apriori existentă, legată de mediul de lucru.

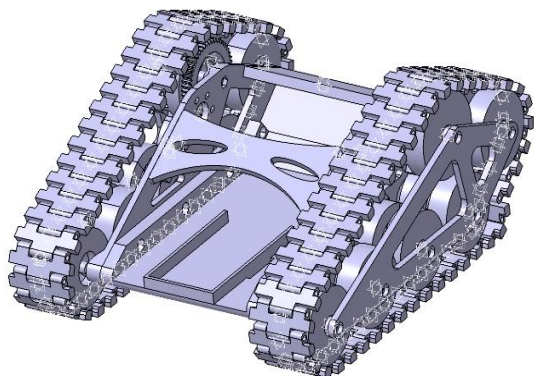


Fig.1. Designul general al robotului mobil

Roboții mobili au următoarele caracteristici comune:- structura mecanică este un lanț cinematic serie sau paralel respectiv tip “master-slave”;- sistemul de acționare utilizat este electric pentru sarcini mici și medii și hidraulic pentru sarcini mari;- sistemul senzorial utilizează senzori interni (de turație, poziție, efort) la nivelul articulațiilor, senzori externi (camere TV) pentru scanarea mediului și senzori de securitate (de proximitate, de prezență cu ultrasunete);- sistemul de comandă este ierarhizat, de obicei multiprocesor;- limbajele de programare utilizate sunt preluate de la roboții staționari.

2 STRUCTURA MECANICĂ

Un robot mobil este alcătuit dintr-o serie de componente, unele de natură fizică (hardware), iar altele de natură logică, computațională (software).

Din punct de vedere al componentelor hardware, un robot mobil poate fi considerat ca o colecție de sisteme pentru: -Locomoție - modalitatea prin care robotul se mișcă în mediul său ambiant; -Sesizare (sistem senzorial): - modalitatea prin care robotul măsoară proprietățile lui și ale mediului înconjurător; -Procesare - modalitatea prin care robotul procesează și ia decizii în legătură cu informațiile primite de la sistemul senzorial; - Comunicare - modalitatea prin care robotul comunică cu alți roboți sau cu un operator din mediu.

Roboții mobili sunt comandați de la distanță (prin unde radio sau prin cablu), sistemele de acționare ale brațului manipulator fiind de tip electro-hidraulic sau electric, cu motoare hidraulice liniare sau motoare electrice rotative.

¹ Specializarea Robotică, Facultatea IMST;
E-mail: ba_laurro@yahoo.com;

Din alcătuirea locomoției robotului mobil fac parte următoarele componente: șasiul, roți de acționare, roți de ghidare, plăci articulate, și părți laterale.

Șasiul (fig.2) este partea principală a robotului mobil alături de motor și carcasă care are funcțiile de susținere a ansamblului acestuia, de transmitere a mișcării de la motoarele electrice la roțile de acționare, de conducere și de propulsie al acestuia.

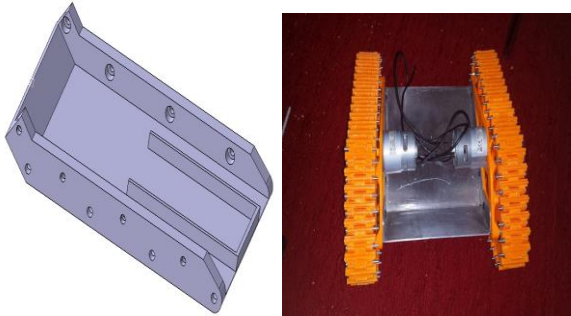


Fig.2. Șasiul robotului mobil

Materialul din care este realizat șasiul este din aluminiu, care a fost realizat prin îndoire. Se folosește acest material din cauze economice și pentru a ușura întreaga structură a robotului.

Roțile de acționare (fig.3) sunt componentele care pun în mișcare șenilele robotului cu ajutorul motoarelor electrice, prin intermediul dispozitivului metalic de prindere (fig.4), ce face legătură dintre acestea și motor.



Fig.3. Roată de acționare

Pentru realizarea celorlalte componente ale robotului mobil, cât și a roților de acționare se folosește o imprimantă 3D, Acrylic Geeetech I3 Pro B 3D folosind Windows ca sistem de operare cu un Repetier-Host pe post de controller, utilizând formate 3D ale componentelor de format .STL, deoarece costurile sunt mai reduse decât pentru folosirea unui centru de prelucrare. Utilizând programul Slic3r, care transformă formatul .stl în format și cod pentru imprimantă, se realizează și segmentare interioară a

componentelor sub forma de fagure pentru reducerea materialului, rezistența acestuia rămânând neschimbată.



Fig.4. Dispozitiv metalic de prindere

Materialul folosit pentru realizarea acestora cât și a restului de componente este ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) cu filament de Ø1,75 cu o greutate pe rolă de 1,3 kg de culoare portocalie (P.021C), având un punct de topire la 230°C și o temperatură de printare de 230-260°C.

Roțile de ghidare (fig.5) permite buna funcționare a șenilei, acestea menținând poziția direcției de deplasare a șenilei și realizare deplasării pe teren accidentat după poziția acestora.

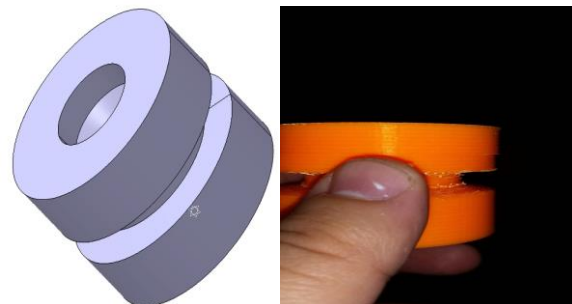


Fig.5. Roată de ghidare

Pentru fiecare ansamblu al unei șenile este nevoie de cinci roți de ghidare pentru realizare unei bune funcționări a acesteia. Acestea se realizează din același material ABS.

Pentru roțile de ghidare cât și cele de acționare se folosesc rulmenți (624-608zz) ce permit funcționarea ușoară a acestora.

Plăcile articulate (fig.6) reprezintă componentele principale din ansamblu șenilă, acestea fiind prinse una de cealaltă, cu ajutorul unor piloți hexagonali cu cap de 6 mm și cu filet de M3x30 pe care se strâng piulițe M3 autoblocante pentru o asamblare mai sigură.

În realizarea unei șenile sunt necesare 42 de plăci articulate.

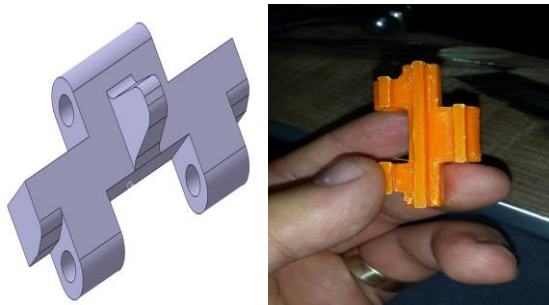


Fig.6. Placă articulată

Vârfurile plăcilor articulate pe partea interioară permit intrarea în roata de ghidare ceea ce face posibilă mișcarea șenilei, iar pe partea exterioară oferă tracțiune pe terenuri accidentate.

Partea laterală (fig.7) permite asamblare tuturor roților de ghidare, de poziționare pe șasiul robotului ceea ce fac posibilă montarea șenilei pe acestea.

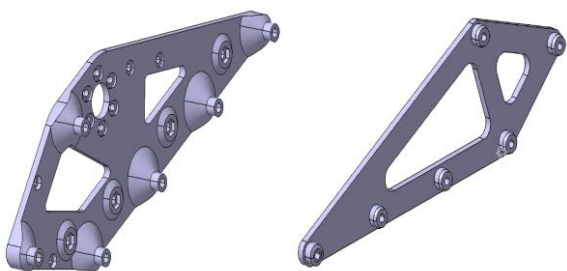


Fig.7. Parte laterală

Materialul utilizat este ABS fiindcă are o duritate destul de mare pentru scopul robotului mobil.

3 SISTEMUL DE COMANDĂ ȘI CONTROL

Sistemul de comandă și control al robotului este o structură poliarticulată realizată dintr-o unitate de procesare, un sistem de acționare, o structura mecanică care evoluează într-un spațiu de operare.

Sistemul de comandă și control al robotului mobil este alcătuit din: motoare electrice, plăci

arduino pentru control, sursă de tensiune, placă adaptoare, modul WiFi, module joystick și shield drivere pentru motoare.

Motoarele (fig.8) sunt motoare electrice MB-18 755/40 și se folosesc pentru acționarea roților de acționare.



Fig.8. Motor electric

Motorul electric ales are următoarele parametri tehnici: Voltaj: 9-32 V Curent nominal: 0.7 A (masurat la 12 in gol); Turație la 18V: 8800 rpm; Turație la 12V: 5860rpm; Diametru ax: 5 mm; Lungime ax: 86 mm; Masă: 298 g; Lungime carcasă motor: 56 mm; Diametru carcasei: 42 mm fără radiator/ 45mm cu radiator; Diametru pe inelul de flux: 46 mm.

Clona arduino (fig.9) UNO R3ATmega328p + ATmega16u2 reprezintă placa de comandă a robotului unde este scris programul. Această plăcuță de dezvoltare reprezintă o bază a multor proiecte inovative de electronică. Utilizând o astfel de plăcuță și câțiva senzori sau module de ethernet/bluetooth, puteți face un mic roboțel sau să va automatizați casa.

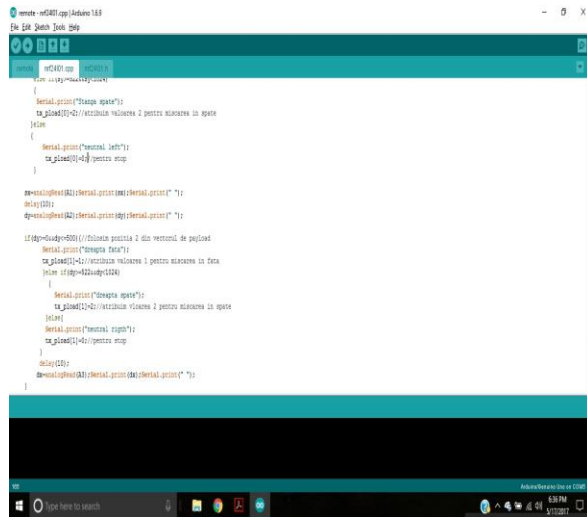


Fig.9. Clona arduino

Parametrii tehnici ai plăcii de comandă sunt: Tensiune de funcționare: 5V; Tensiune de alimentare Jack: 7V - 12V; Pini de I/O: 14; Pini PWM: 6 (din cei 14 de I/O); Pini ADC: 8; Memorie flash: 32kB (8 ocupați de bootloader); Comunicație

TWI, SPI și UART; Frecvență de funcționare: 16 MHz.

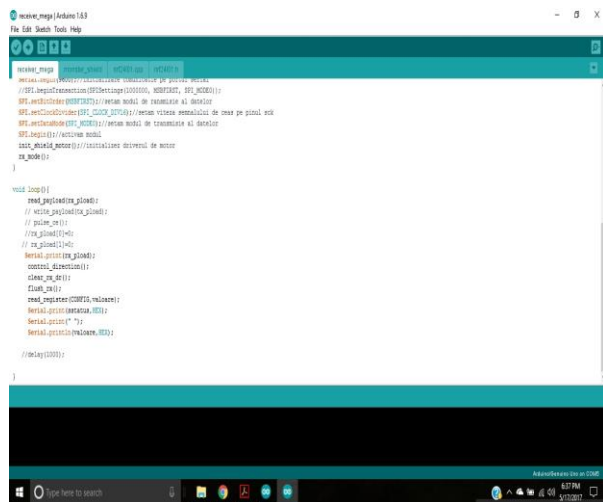
Pentru realizarea mișcărilor se folosește la programare programul Arduino v1.6.9 în care sunt scrise următoarele programe:



```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(14, OUTPUT);
  pinMode(15, OUTPUT);
  pinMode(16, OUTPUT);
  pinMode(17, OUTPUT);
  pinMode(18, OUTPUT);
  pinMode(19, OUTPUT);
  pinMode(20, OUTPUT);
  pinMode(21, OUTPUT);
  pinMode(22, OUTPUT);
  pinMode(23, OUTPUT);
  pinMode(24, OUTPUT);
  pinMode(25, OUTPUT);
  pinMode(26, OUTPUT);
  pinMode(27, OUTPUT);
  pinMode(28, OUTPUT);
  pinMode(29, OUTPUT);
  pinMode(30, OUTPUT);
  pinMode(31, OUTPUT);
  pinMode(32, OUTPUT);
  pinMode(33, OUTPUT);
  pinMode(34, OUTPUT);
  pinMode(35, OUTPUT);
  pinMode(36, OUTPUT);
  pinMode(37, OUTPUT);
  pinMode(38, OUTPUT);
  pinMode(39, OUTPUT);
  pinMode(40, OUTPUT);
  pinMode(41, OUTPUT);
  pinMode(42, OUTPUT);
  pinMode(43, OUTPUT);
  pinMode(44, OUTPUT);
  pinMode(45, OUTPUT);
  pinMode(46, OUTPUT);
  pinMode(47, OUTPUT);
  pinMode(48, OUTPUT);
  pinMode(49, OUTPUT);
  pinMode(50, OUTPUT);
  pinMode(51, OUTPUT);
  pinMode(52, OUTPUT);
  pinMode(53, OUTPUT);
  pinMode(54, OUTPUT);
  pinMode(55, OUTPUT);
  pinMode(56, OUTPUT);
  pinMode(57, OUTPUT);
  pinMode(58, OUTPUT);
  pinMode(59, OUTPUT);
  pinMode(60, OUTPUT);
  pinMode(61, OUTPUT);
  pinMode(62, OUTPUT);
  pinMode(63, OUTPUT);
  pinMode(64, OUTPUT);
  pinMode(65, OUTPUT);
  pinMode(66, OUTPUT);
  pinMode(67, OUTPUT);
  pinMode(68, OUTPUT);
  pinMode(69, OUTPUT);
  pinMode(70, OUTPUT);
  pinMode(71, OUTPUT);
  pinMode(72, OUTPUT);
  pinMode(73, OUTPUT);
  pinMode(74, OUTPUT);
  pinMode(75, OUTPUT);
  pinMode(76, OUTPUT);
  pinMode(77, OUTPUT);
  pinMode(78, OUTPUT);
  pinMode(79, OUTPUT);
  pinMode(80, OUTPUT);
  pinMode(81, OUTPUT);
  pinMode(82, OUTPUT);
  pinMode(83, OUTPUT);
  pinMode(84, OUTPUT);
  pinMode(85, OUTPUT);
  pinMode(86, OUTPUT);
  pinMode(87, OUTPUT);
  pinMode(88, OUTPUT);
  pinMode(89, OUTPUT);
  pinMode(90, OUTPUT);
  pinMode(91, OUTPUT);
  pinMode(92, OUTPUT);
  pinMode(93, OUTPUT);
  pinMode(94, OUTPUT);
  pinMode(95, OUTPUT);
  pinMode(96, OUTPUT);
  pinMode(97, OUTPUT);
  pinMode(98, OUTPUT);
  pinMode(99, OUTPUT);
  pinMode(100, OUTPUT);
}

void loop() {
  // ... (code continues) ...
}
```

Fig.10. Program avans robot



```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(14, OUTPUT);
  pinMode(15, OUTPUT);
  pinMode(16, OUTPUT);
  pinMode(17, OUTPUT);
  pinMode(18, OUTPUT);
  pinMode(19, OUTPUT);
  pinMode(20, OUTPUT);
  pinMode(21, OUTPUT);
  pinMode(22, OUTPUT);
  pinMode(23, OUTPUT);
  pinMode(24, OUTPUT);
  pinMode(25, OUTPUT);
  pinMode(26, OUTPUT);
  pinMode(27, OUTPUT);
  pinMode(28, OUTPUT);
  pinMode(29, OUTPUT);
  pinMode(30, OUTPUT);
  pinMode(31, OUTPUT);
  pinMode(32, OUTPUT);
  pinMode(33, OUTPUT);
  pinMode(34, OUTPUT);
  pinMode(35, OUTPUT);
  pinMode(36, OUTPUT);
  pinMode(37, OUTPUT);
  pinMode(38, OUTPUT);
  pinMode(39, OUTPUT);
  pinMode(40, OUTPUT);
  pinMode(41, OUTPUT);
  pinMode(42, OUTPUT);
  pinMode(43, OUTPUT);
  pinMode(44, OUTPUT);
  pinMode(45, OUTPUT);
  pinMode(46, OUTPUT);
  pinMode(47, OUTPUT);
  pinMode(48, OUTPUT);
  pinMode(49, OUTPUT);
  pinMode(50, OUTPUT);
  pinMode(51, OUTPUT);
  pinMode(52, OUTPUT);
  pinMode(53, OUTPUT);
  pinMode(54, OUTPUT);
  pinMode(55, OUTPUT);
  pinMode(56, OUTPUT);
  pinMode(57, OUTPUT);
  pinMode(58, OUTPUT);
  pinMode(59, OUTPUT);
  pinMode(60, OUTPUT);
  pinMode(61, OUTPUT);
  pinMode(62, OUTPUT);
  pinMode(63, OUTPUT);
  pinMode(64, OUTPUT);
  pinMode(65, OUTPUT);
  pinMode(66, OUTPUT);
  pinMode(67, OUTPUT);
  pinMode(68, OUTPUT);
  pinMode(69, OUTPUT);
  pinMode(70, OUTPUT);
  pinMode(71, OUTPUT);
  pinMode(72, OUTPUT);
  pinMode(73, OUTPUT);
  pinMode(74, OUTPUT);
  pinMode(75, OUTPUT);
  pinMode(76, OUTPUT);
  pinMode(77, OUTPUT);
  pinMode(78, OUTPUT);
  pinMode(79, OUTPUT);
  pinMode(80, OUTPUT);
  pinMode(81, OUTPUT);
  pinMode(82, OUTPUT);
  pinMode(83, OUTPUT);
  pinMode(84, OUTPUT);
  pinMode(85, OUTPUT);
  pinMode(86, OUTPUT);
  pinMode(87, OUTPUT);
  pinMode(88, OUTPUT);
  pinMode(89, OUTPUT);
  pinMode(90, OUTPUT);
  pinMode(91, OUTPUT);
  pinMode(92, OUTPUT);
  pinMode(93, OUTPUT);
  pinMode(94, OUTPUT);
  pinMode(95, OUTPUT);
  pinMode(96, OUTPUT);
  pinMode(97, OUTPUT);
  pinMode(98, OUTPUT);
  pinMode(99, OUTPUT);
  pinMode(100, OUTPUT);
}

void loop() {
  // ... (code continues) ...
}
```

Fig.11. Program primire

Sursa de tensiune reglabilă de 12A (fig. 12) permite reglarea tensiunii.

Acest produs reprezintă o sursă coborâtore de tensiune, de înaltă putere (maxim 300W cu disipare suplimentară asigurată), ce poate fi folosită pentru a obține tensiuni de 0.8V - 28V, pornind de la 7V - 32V, la un curent maxim de 12A, asigurând o răcire potrivită.

Sursa are dimensiuni mici și, funcționând în comutație, are o eficiență foarte bună, de până la 95%, și disipă foarte puțină căldură, în comparație cu puterea controlată.



Fig.12. Sursă de tensiune

Parametrii tehnici ai sursei de tensiune: Tensiune de intrare: 7V - 32V; Tensiune de ieșire: 0.8V - 28V; Tensiunea de intrare trebuie să fie mai mare decât cea de ieșire cu minim 1V; Curent de ieșire: 0.2A - 12A (pentru curent maxim trebuie să îmbunătățiți disiparea căldurii); Putere maximă de ieșire: 300W; Eficiență: până la 95%; Frecvență de funcționare: 300kHz; Riplu: 50mV (măsurat la 24V -> 12V, 5A); Curent de scurgere: 20mA (măsurat la 24V -> 12V); Curent și tensiune de ieșire ajustabile. Dimensiuni: 65 x 47 x 23.5 mm.

Placa adaptoare (fig.13) este concepută pentru a face mai ușoară conexiunea plăcuțelor nRF24L01 din oferta noastră la plăcile de dezvoltare Arduino sau microcontrolere.

Produsul conține un regulator de tensiune de 3.3V pentru alimentarea modului, un led ce indică alimentarea și pinheadere pentru conexiunea cu fire la placa de dezvoltare. Dimensiuni: 26 x 19 x 12mm.

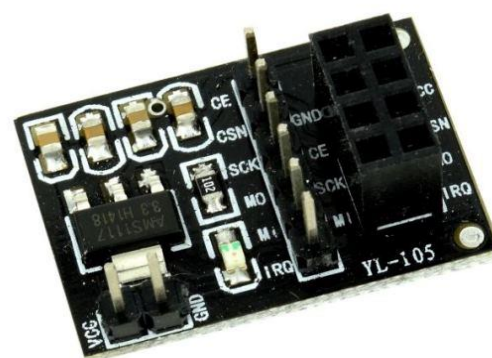


Fig.13. Placă adaptare

Modulul WiFi (fig.14) cu circuit integrat nRF24L01 este echipat cu o antenă ce permite transmisia datelor pe distanțe mari, de peste 1000m, în câmp deschis.

Dispozitivul poate fi folosit în proiectele dumneavoastră în care aveți nevoie să transmiteți

date pe distanțe mari. De exemplu, cu acest modul puteți culege date din diferite zone ale unei sere automatizate și să trimiteți într-un punct central.

Circuitul integrat este unul cu foarte multe funcții, mai multe detalii găsim în datasheet. Acesta are un consum foarte redus.

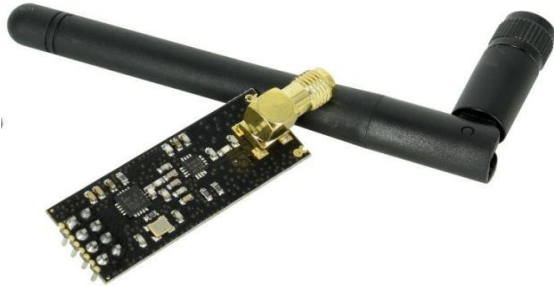


Fig.14. Modulul WiFi

Modulul joystick (fig.15) PS2 biaxial negru cu 5 pini se alimentează la o tensiune continuă de 5V și are un consum mic, de câțiva mA.

Produsul prezintă 3 output-uri, dintre care două sunt analogice și unul digital. Cele două output-uri analogice sunt reprezentate de tensiunea dată de două potențiometre ce reprezintă divizoare de tensiune; astfel, se poate măsura înclinația pe fiecare axă, O_x și O_y . Output-ul digital reprezintă apăsarea unui buton.

Cu acest produs și împreună cu o plăcuță de dezvoltare Arduino vă puteți crea propriile jocuri. Faptul că au output analogic vă ajută, de exemplu, să modificați o anumită viteză, în funcție de înclinația butonului.



Fig.15. Modulul joystick

Pentru acestea este scris un alt program al mișcării robotului în concordanță cu motoarele acestuia.(fig. 16)

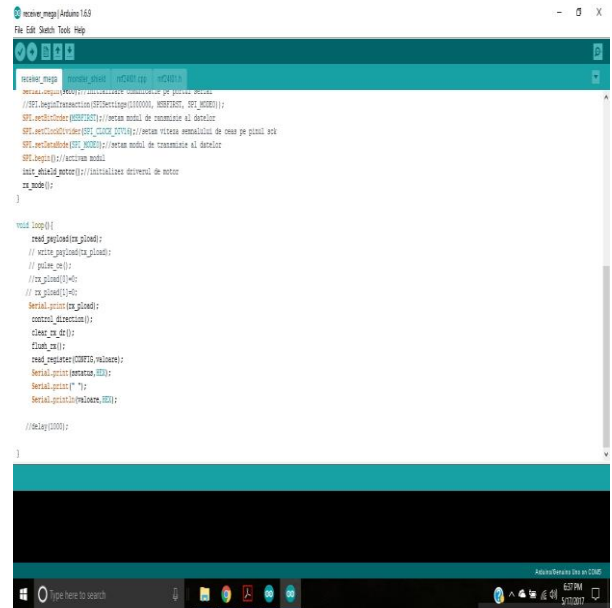


Fig.16. Program joystick

Shield driverul (fig.17) de motoare dual VHN2SP30 este ideal pentru un robot ce utilizează motoare de putere medie, având două canale. De asemenea, este compatibil pin la pin cu Arduino Uno.

Pentru a folosi driver-ul la capacitate maximă, este recomandată montarea unui radiator sau a unui cooler.

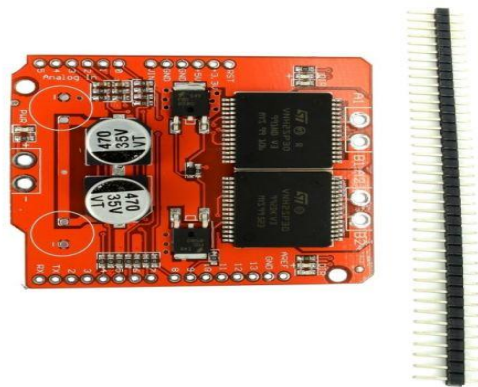


Fig.17. Shield driver

Shield driverul are următorii parametri tehnici: Tensiune maximă de alimentare: 16V; Tensiune minimă alimentare: 5.5V; Curent maxim/canal: 14A; Curent maxim/canal pe spike: 30A; Frecvență maximă PWM: 20kHz; Protecție la: supratemperatură, supratensiune, subtensiune. Dimensiuni: 5.9cm x 5.3cm.

Pentru acesta este scris un alt program al mișcării robotului în concordanță cu motoarele acestuia.(fig. 18)

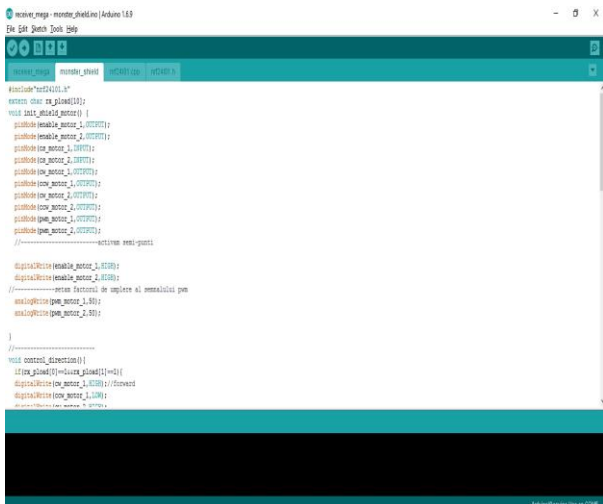


Fig.17. Program shield driver

4 ANSAMBLUL PARȚIAL AL ROBOTULUI MOBIL

Robotul mobil pentru intervenții militare conține și un braț pentru dezamorsare a mai multor tipuri de explozibili.

Telecomanda (fig.18) este realizată astfel încât să permită comanda la distanță a robotului fără fir cu ajutorul wireless-ului folosind două joystick-uri. Pe telecomandă cât și pe robot s-au folosit 2 două module Wifi atât pentru recepție cât și pentru transmisie. Modulul WiFi cu circuit integrat nRF24L01 reprezintă o placă specializată pentru transmisie de date în format digital, pe canale virtuale.



Fig.18. Telecomanda robotului

Pentru impelentare canalelor de comandă s-a folosit un software Arduino UNO în care sunt folosite pachete de date cu payload constant în care fiecare parametru transmis însemna o anumită funcție implementată. Comunicare programului cu modulul Wifi se face prin pini SPI (Serial Peripheral Interface), iar conform codului are alocat pinul 13 pentru clock, pinul 11 pentru MOSY, pinul 12 pentru MISO, pinul 10 pentru chip select, pinul 9 pentru chip enable și pinul 3 pentru

întrerupere, aceștia având corespondenți pentru celălalt modul de pe robotul mobil.

Comunicația dintre telecomandă și robot se realizează prin interfața SPI. În dezvoltare software s-a folosit data sheet-ul integrat în modul pe baza caruia s-a generat o librărie, folosită pe post de transmițător și receptor.

În completarea telecomenzii s-au folosit două joystick-uri analogice care permit citirea coordonatelor pe X și Y pentru fiecare dintre ele sub forma unei valori de tensiune. Acestea sunt conectate pe pini de tip analog cu valorile de la A0-A3, unde se interpretează tensiunile ca fiind coordonate pe X-Y. Având de-a face cu o șenilă, comanda pentru fiecare șenilă în parte este reprezentată de coordonatele specifice fiecărui joystick.

Conexiunile s-au făcut prin conectare circuitelor integrate la masa comună, alimentare de la Arduino se face cu o baterie externă de tip lition pe USB ceea ce îl limitează la 500 mA max. Valorile eșantionate de convertorul analog-digital pe pini A0-A3, sunt citite constant (buclă), iar apoi sunt atașate către payload fiind expediate către robot. În funcție de câte interferențe sunt robotul răspunde instantaneu sau cu un anumit delay la comenzile transmise.

Pentru chipul NRF se folosește un adaptor, care îi furnizează tensiunea de 3,3 V, fără a fi alimentat direct de către Arduino, având propria sursă de tensiune.

Pe robot (fig. 19) este așezată partea de receptori, ceea ce implică realizare șenilelor și controlul acestora folosind câte un motor pentru fiecare șenilă în parte.

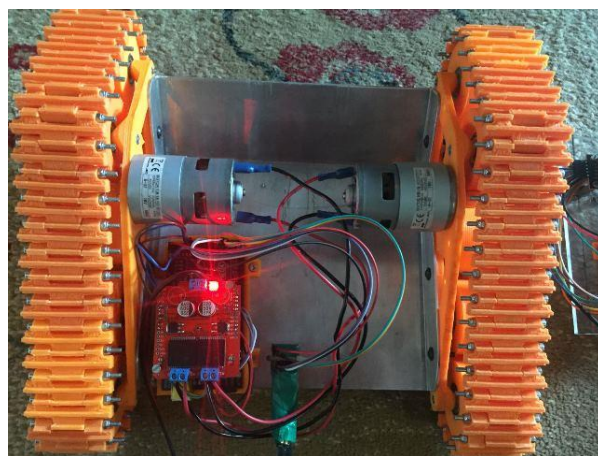


Fig.19. Robotul în stadiul actual

Aceste motoare fiindcă necesită o tensiune și un control al vitezei de rotație, se folosește un driver (Monster Shield) pentru a controla viteza de rotație

și cuplul. driverul este comandat folosind un Arduino Mega, pinii fiind alocați conform codului.

Pentru partea de recepție s-a folosit aceeași interfață SPI cu pinii aferenți pentru placa Arduino Mega. Librăria pentru NRF a fost refolosită cu excepția că este setată pe modul receptor. Alimentare se face separat printr-o baterie de 9V, iar driverul este alimentat cu 12V curent continuu, folosind o sursă externă.

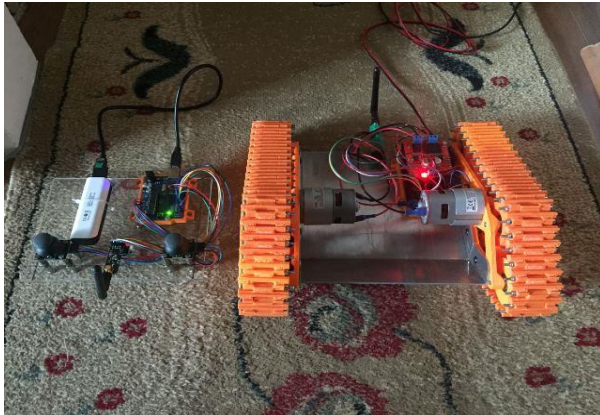


Fig.20. Robotul și telecomanda în stadiul actual

Pentru braț se vor folosi pinii digitali DPV specializați pentru a controla servo.

5 CONCLUZII

Până în prezent a fost realizată structura specifică subansamblului de deplasare la sol și au fost achiziționate elementele de acționare electrică, comandă și control.

Următoarea etapă este reprezentată de achiziția celorlalte elemente componente din cadrul structurii robotului mobil.

Până la susținerea disertației urmează să realizez și celelalte componente mecanice specifice infrastructurii, asamblarea acestora și respectiv programarea.

6 BIBLIOGRAFIE

- [1]. <https://www.optimusdigital.ro/placi-avr/2562-clona-arduino-uno-r3-atmega328p-atmega16u2-si-cablu-50-cm.html>
- [2]. <https://www.optimusdigital.ro/placi-de-dezvoltare-placi-compatibile-cu-arduino/903-clona-arduino-mega-2560-r3-atmega2560-atmega16u2-cablu.html>
- [3]. https://www.optimusdigital.ro/driver-de-motoare-cu-perii/476-shield-driver-de-motoare-dualvnh2sp30.html?search_query=driver&results=138
- [4]. <https://www.optimusdigital.ro/senzori-senzori-de-atingere/742-modul-joystick-ps2-biaxial-negru-cu-5-pini.html>

[5]. <https://www.optimusdigital.ro/ism-24-ghz/119-modul-nrf24l01-pentru-distante-mari.html>

[6]. <https://www.optimusdigital.ro/wireless-altele/613-placa-adaptoare-pentru-nrf24l01.html>

[7]. https://www.optimusdigital.ro/surse-coboratoare-reglabile/2254-sursa-de-tensiune-coboratoare-reglabila-de-12-a.html?search_query=sursa+alimentare&results=136

[8]. <https://www.optimusdigital.ro/altele/1164-dispozitiv-metalic-de-prindere-pentru-servomotoarele-mg995.html>

[9]. <https://www.optimusdigital.ro/toate-produsele/876-set-fire-mama-tata-10p-15-cm.html>

[10]. https://magazin.unda.tech/ro/rulmenti-radiali/48-rulment-608zz.html?search_query=rulment&results=74

[11]. https://magazin.unda.tech/ro/organe-de-asamblare/464-piulita-m5-autoblocare.html?search_query=piulita+m3+a&results=29

[12]. <https://www.optimusdigital.ro/mecanica-accesorii-de-prindere/2529-pilon-hexagonal-din-metal-m3-de-30-mm-cu-cap-de-6-mm.html>

[13]. <https://www.thingiverse.com/>