

REALIZAREA UNUI MODEL EXPERIMENTAL DE TIP MAȘINĂ

BUZDUGAN Andrei și CHIRICU Rareș Dumitru

Facultatea: IIR, Specializarea: Informatică Industrială, Anul de studii: II, e-mail: andreibuzdugan20@gmail.com

Conducător științific: Sl.dr.ing. **Ileana DUGĂEȘESCU**

Ziggi este o mașinuță controlată de la distanță, construită cu ajutorul unei plăcuțe Arduino Uno, un shield L293D și un modul bluetooth HC-05, care permite controlul wireless al mașinuței. Echipată cu patru motoare DC pentru deplasare, Ziggi poate fi comandată prin intermediul unei aplicații Android. Mașinuța dispune de o funcție inteligentă de "return home", care îi permite să urmeze traseul invers. Șasiul și elementele auxiliare de prindere au fost proiectate, modelate și realizate cu o imprimantă 3D. În plus, mașinuța este dotată cu o cameră GoPro, care oferă o vizualizare în timp real a traseului pe care se deplasează, facilitând astfel controlul și navigarea mașinuței în diverse medii.

1. Introducere

Aspectele generale ale lucrării se referă la proiectarea și construcția unei mașinuțe controlate de la distanță, denumită Ziggi. Acest proiect implică utilizarea unor componente precum Arduino Uno, Bluetooth HC-05, motoare DC și un shield L293D pentru controlul motoarelor. Concentrându-se pe integrarea și coordonarea acestor componente, aspectele generale vizează crearea unui vehicul funcțional și eficient, care poate fi controlat wireless cu ușurință. Obiectivul principal al acestei lucrări îl reprezintă realizarea unui model experimental de tip mașină care va avea ca funcționalități controlul de la distanță, deplasarea în toate direcțiile, întoarcerea la punctul de plecare prin funcția "return home" și vizualizarea traseului în timp real. Un alt obiectiv important este dezvoltarea unei aplicații Android pentru controlul wireless al mașinuței. Astfel, proiectul urmărește să integreze tehnologii accesibile și metode de programare eficiente pentru a construi un vehicul inteligent și versatil, controlat printr-o aplicație dedicată pe dispozitive mobile.

2. Stadiul actual

În procesul de documentare pentru realizarea mașinuței Ziggi s-au căutat diverse surse și exemple de vehicule robotice similare. Cu toate acestea, nu s-au găsit exemple exacte sau foarte apropiate de conceptul propus pentru Ziggi. S-a analizat un proiect, care se regăsește în literatura de specialitate [1], unde autorul descrie realizarea unui vehicul robotic controlat prin GPS. Acest robot folosește un modul GPS, un microcontroler și un driver pentru motoare pentru a se deplasa autonom într-un traseu prestabilit. Sistemul utilizează coordonate GPS pentru a ghida vehiculul spre destinație și pentru a evita obstacolele întâlnite pe parcurs [1].

Una dintre principalele diferențe între Ziggi, mașinuța realizată, și robotul prezentat în articol, este sistemul de navigație. În timp ce Ziggi folosește o metodă de înregistrare a traseului bazată pe controlul motoarelor și direcția de deplasare, robotul cu GPS se bazează pe coordonatele GPS pentru a stabili traseul. Acest lucru înseamnă că Ziggi poate fi utilizat atât în spații închise, cât și în spații deschise, având avantajul de a reține traseul parcurs. În schimb, robotul controlat prin GPS necesită un spațiu deschis pentru a primi semnalul GPS, limitând astfel utilizarea sa în zonele închise.

3. Realizarea prototipului

În acest capitol sunt prezentate etapele principale de realizare ale prototipului experimental, explorând în detaliu fiecare aspect și modul în care acestea au fost abordate pentru a asigura funcționalitatea, eficiența și asamblarea corectă a mașinuței Ziggi.

3.1. Proiectarea părților componente ale modelului experimental

Toate componentele realizate prin imprimare 3D au fost modelate și proiectate cu ajutorul unui software specializat.

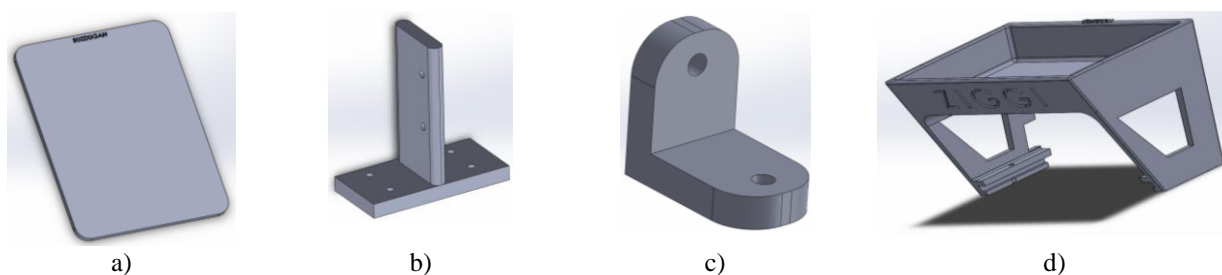


Fig. 1 Piese componente modelate

Etapele de proiectare ale fiecărei componente sunt următoarele: se alege planul de lucru, se desenează schița, se stabilesc dimensiunile corecte. Apoi se extrudează piesa astfel încât se obțin componentele modelate 3D [2].

În Figura 1a este prezentat șasiul mașinii. Schița acestuia este un dreptunghi cu dimensiunile 150 x 120 mm. Extrudarea este de 4 mm pentru a asigura o rezistență sporită a acesteia având în vedere că se vor monta componentele prezentate la punctul 3.3.

Suportul din Figura 1b este utilizat pentru montarea motoarelor pe șasiu cu ajutorul unor șuruburi M3.

În Figura 1c se poate observa un suport pentru leduri. S-a pornit de la schița literei L, pentru care s-au stabilit dimensiunile, apoi s-au desenat cercurile cu diametrul $\Phi 3$ mm și s-au rotunjit colțurile. Grosimea suportului este de 3 mm.

Pe șasiu este prevăzut atașarea unui suport detașabil, prezentat în Figura 1d, care poate fi utilizat pentru transportul diverselor obiecte.

3.2. Printarea 3D a componentelor modelului experimental

După realizarea modelării pieselor, următorul pas a fost obținerea fișierelor de tip .STL în vederea printării 3D a acestora.

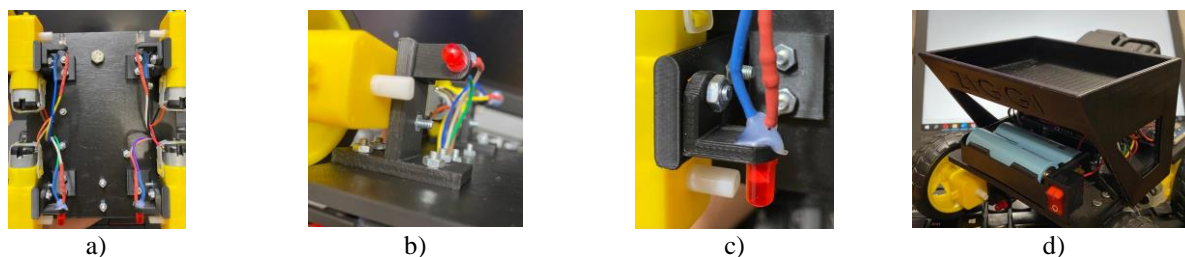


Fig. 2 Piese componente printate

Pentru printarea 3D s-a utilizat programul software Ultimaker Cura. Materialul utilizat este PLA (Polylactic Acid), printarea s-a realizat cu un infill de 40%, temperatura patului de printare a fost setată la 60°C, iar a duzei la 200°C. Pieseile prezentate în Figura 1 b și c au fost printate 3D în patru exemplare [3].

3.3. Asamblarea părților componente ale modelului experimental

După finalizarea procesului de imprimare a componentelor a urmat etapa de asamblare. În această etapă, a fost elaborată o schemă de conexiuni care să permită conectarea eficientă a plăcii Arduino UNO, shield-ului pentru motoare, motoarelor, ledurilor, butonului de pornire/oprire, rezistoarelor de 220Ω, modului bluetooth HC-05 și acumulatorilor, conform Figurii 3.

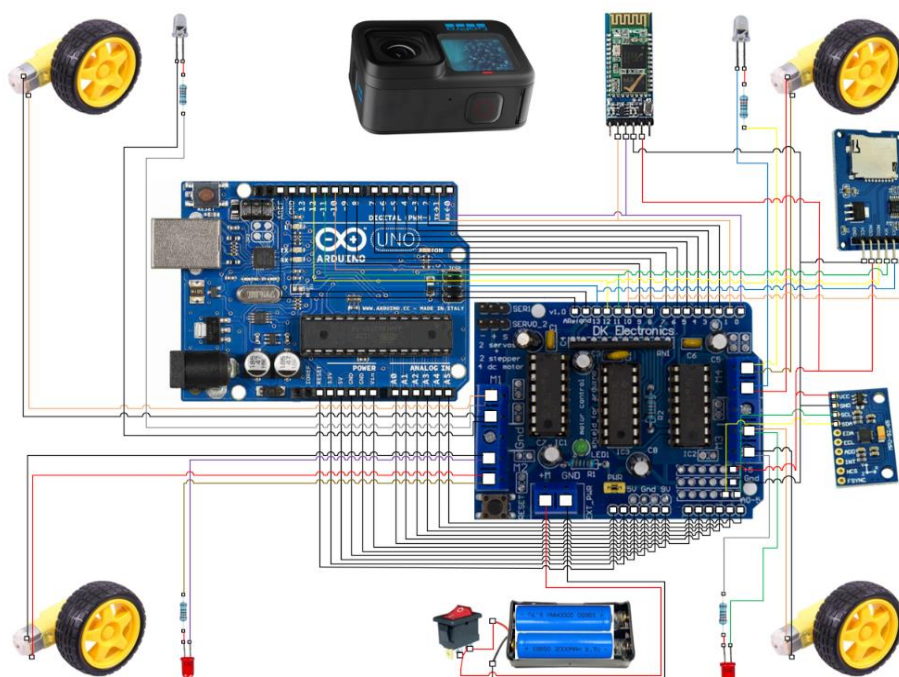


Fig. 3 Schema conexiunilor dintre componente

Asamblarea componentelor a fost realizată în mai multe etape, iar în Figura 4 sunt prezentate câteva poze ilustrative ale procesului de asamblare și interconectare a pieselor.

În primul pas au fost lipiți pinii pe shield-ul L293D, precum și firele necesare pentru conectarea modului bluetooth HC-05, respectiv pinii RX și TX. Legăturile dintre modul și placa de comandă Arduino UNO au fost realizate în mod încrucișat (RX-TX și TX-RX), deoarece această configurație este frecvent întâlnită în cazul utilizării acestui modul. În plus, au fost lipite și firele de la modulul MicroSD pentru pinii CS, SCK, MOSI și MISO.

În Figura 4a se poate observa shield-ul L293D, care oferă posibilitatea de conectare la pinii analogici (A0-A5) și la șase pini de tip +5V și GND, prin intermediul unor pini de conectare lipiți. În Figura 4b se prezintă etapa în care a fost montată placa pe șasiul vehiculului. În Figura 4c se evidențiază lipiturile firelor RX și TX corespunzătoare pinilor TX și RX de pe modul, iar în Figura 4d se ilustrează shield-ul conectat la placă. În următoarea figură este prezentată etapa de analiză a spațiului disponibil pe șasiu în vederea asamblării următoarelor componente.

În Figura 4f se pune în evidență montarea întrerupătorului de tip ON/OFF și suportul de acumulatori.

În Figura 4g se prezintă modul în care suportul pentru acumulatori este atașat de șasiul vehiculului. În următoarea imaginea se pune în evidență modul de montare a camerei GoPro pe șasiul vehiculului.

În Figurile 4i și j se evidențiază toate conexiunile de pe partea superioară a șasiului, inclusiv modul de conectare a modului bluetooth HC-05.

În următoarele două figuri se ilustrează modul de montare a modulelor MPU-92/65 și MicroSD. Acestea au fost montate pe șasiul mașinii și pot fi utilizate pentru a obține o precizie mai mare a traseului de întoarcere în cadrul comenzii "return home". Modulul MPU-92/65 poate fi utilizat pentru a obține o măsurare mai precisă a coordonatelor de poziție XYZ, urmând ca datele să fie stocate pe cardul MicroSD atașat modulului. Aceste componente pot fi utilizate pentru o dezvoltare ulterioară a modelului experimental.

În Figurile 4m și n se pot observa perspectivele laterale ale șasiului atât din partea dreaptă cât și din partea stângă.

În Figura 4o se prezintă modul de asamblare a pieselor 3D printate pentru fixarea motoarelor DC și conectarea LED-urilor, utilizând rezistențe de 220 ohm. În ultima figură se evidențiază toate conexiunile de pe partea inferioară a șasiului [4].

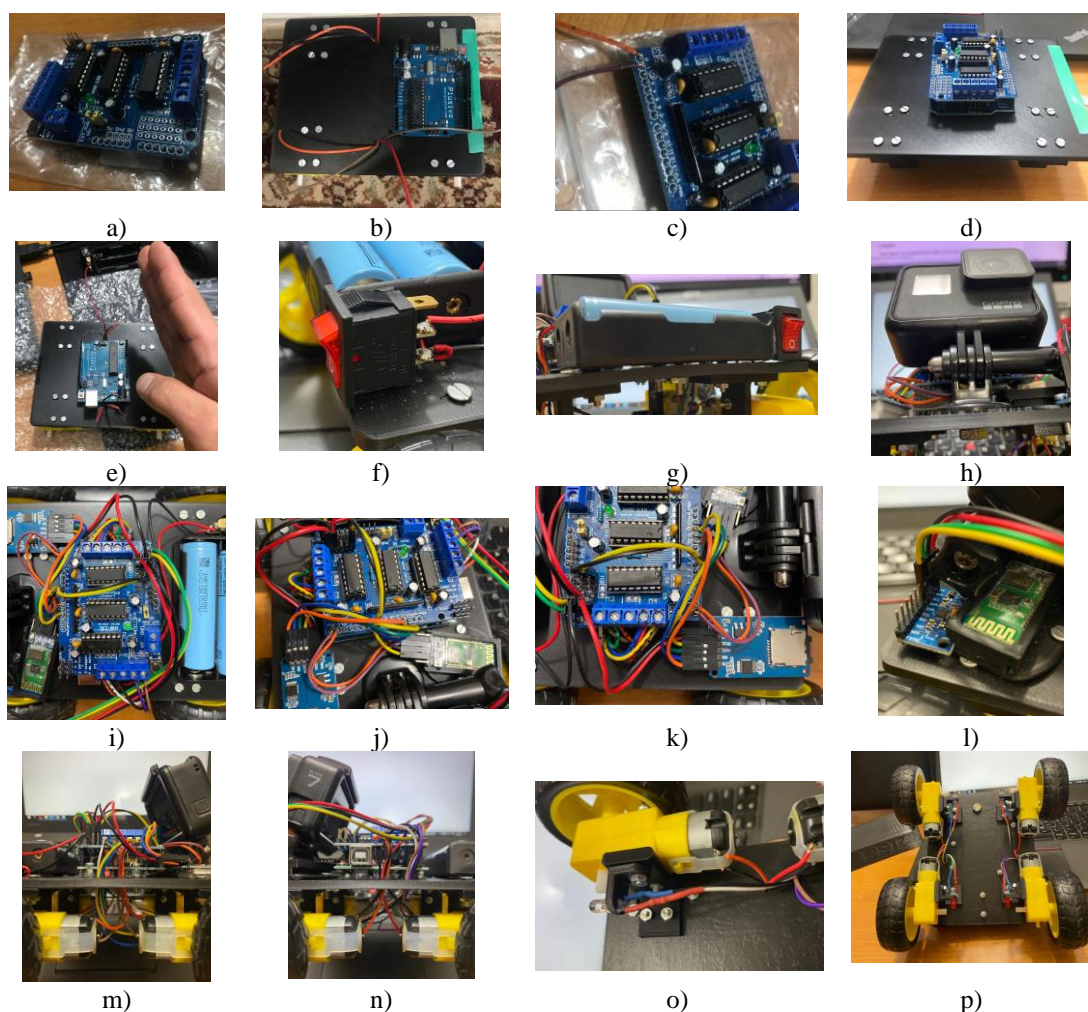


Fig. 4 Etape de asamblare ale părților componente

4. Descrierea funcționalității și testarea modelului experimental

Pentru a implementa funcțiile principale de control ale mașinii s-a dezvoltat și încărcat codul utilizând platforma de dezvoltare Arduino IDE [5].

În dezvoltarea acestui cod s-au utilizat bibliotecile AFMotor.h și LinkedList.h [5], pentru a simplifica controlul motoarelor și stocarea coordonatelor robotului într-un mod eficient, cu ajutorul următoarelor funcții enumerate mai jos:

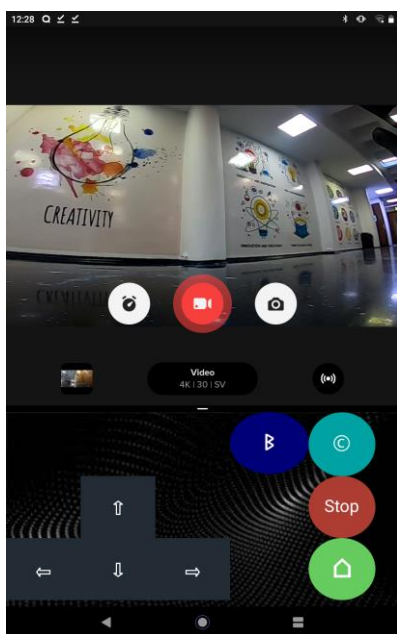
- Funcția „controlMotors”, este importantă deoarece controlează mișcarea robotului prin intermediul motoarelor. Aceasta primește comenzi de direcție "F, B, L, R" și comenzi de oprire și ștergere "C" și "S". Prin intermediul acestei funcții, se poate controla direcția și viteza robotului.

- Funcția "updatePosition" este importantă pentru actualizarea coordonatelor robotului și stocarea lor în LinkedList. Aceasta primește direcția curentă a robotului și actualizează coordonatele în consecință. După actualizare, se crează un obiect „Coordinate” cu noile coordonate și direcția curentă și se adaugă la sfârșitul „LinkedList path”.

- Funcția "returnHome" este esențială pentru permiterea robotului să se întoarcă la punctul de origine, inversând traseul parcurs de robot. Pentru a realiza acest lucru, se controlează motoarele prin comanda "H", pentru a se deplasa în direcția inversă, în funcție de traseu și se așteaptă o durată specifică pentru a se asigura că robotul s-a oprit înainte de a merge la coordonata următoare.

- În final, funcția "loop" este importantă pentru procesarea comenzilor utilizatorului prin portul serial. Aceasta controlează mișcarea robotului prin intermediul funcțiilor "controlMotors" și "updatePosition" și permite utilizatorului să trimită comenzi pentru a controla robotul.

În Figura 5a este ilustrată interfața de interacțiune cu utilizatorul, care include două componente: aplicația de vizualizare în timp real de la GoPro și cea de control unde au fost concepute butoane particularizate ce facilitează o experiență intuitivă în transmiterea instrucțiunilor către dispozitivul mecanic [6], [7].



a)



b)

Fig. 5 a) Aplicația de vizualizarea în timp real și control a modelului experimental, b) Modelul final

S-au realizat funcțiile de căutarea și conectare ale aplicației la modulul bluetooth HC-05, iar butoanele corespunzătoare literelor majuscule din codul sursă (F, B, L, R, C, S, H) au fost configurate astfel:

F – înainte;
B – înapoi;
L – stânga;
R – dreapta;
C – ștergere;
S – oprire;
H – întoarcere “acasa”.

Pentru evaluarea funcționalității codului au fost analizați factori precum coeficientul de frecare, care depinde de materialul suprafeței de contact dintre roți și teren. Am inclus în cod ajustarea factorului de rotație pentru virajele la stânga și dreapta, permițând optimizarea comportamentului vehiculului pe diverse suprafețe.

Un alt factor care influențează precizia direcției este curbura ușoară a șasiului obținută în timpul imprimării 3D, care afectează alinierea și echilibrul sistemului de direcție. Prin ajustarea unor parametri în program se pot compensa aceste imperfecțiuni și îmbunătăți performanța direcției vehiculului în diverse condiții de funcționare.

5. Concluzii

Proiectul Ziggi este o mașinuță controlată de la distanță, realizată prin integrarea componentelor Arduino Uno, Bluetooth HC-05, motoare DC și un shield L293D. Acest vehicul versatil poate fi comandat prin intermediul unei aplicații Android și permite deplasarea în toate direcțiile, întoarcerea la punctul de plecare și vizualizarea traseului în timp real. Șasiul și componentele au fost proiectate și printate 3D, iar asamblarea și programarea au fost detaliate în cadrul subcapitolului 3.3. Ca dezvoltare ulterioară se poate avea în vedere îmbunătățirea preciziei traseului de întoarcere prin adăugarea componentelor MPU-92/65 și MicroSD.

6. Bibliografie

- [1]. CIRCUIT CELLAR, GPS Guides Robotic Car, disponibil la adresa: <https://circuitcellar.com/research-design-hub/gps-guides-robotic-car-2/>, accesat la data de: 15.04.2023;
- [2]. SOLIDWORKS 2015: A Power Guide for Beginner and Intermediate Users, ISBN: 1511798424, 2015;
- [3]. ULTIMAKER CURA, 3D printing software, disponibil la adresa: <https://ultimaker.com/software>, accesat la data de: 18.04.2023;
- [4]. Cazan-Gheorghiu, C., *Electronică și robotică. Primii pași*, Editorial Libris, Brașov, 2018, ISBN 978-606-8953-89-262;
- [5]. ARDUINO IDE, Professional software, disponibil la adresa: <https://www.arduino.cc/en/software>, accesat la data de: 20.04.2023;
- [6]. MIT APP INVENTOR, Create Apps!, disponibil la adresa: <http://appinventor.mit.edu>, accesat la data de: 21.04.2023;
- [7]. GOPRO, Quik, disponibil la adresa: <https://gopro.com/en/us/shop/quik-app-video-photo-editor>, accesat la data de: 22.04.2023;