

Facultatea *IIR*  
Specializarea *IAII*



## **Proiect**

Sisteme mecatronice

Nume si prenume: Filimon Gabriela-Denisa

Indrumator: Stanescu Vlad

Grupa: 631AD

An universitar 2024-2025

Licenta III

## Cuprins

<b>1. Introducere.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Stadiul actual al soluțiilor existente.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Stadiul conceptual.....</b>	<b>4</b>
a. Prezentarea diferitelor soluții constructive și alegerea celei optime din punct de vedere mecanic.....	4
b. Prezentarea diferiților senzori care puteau fi folosiți și alegerea celor optimi pentru proiectul propriu.....	5
<b>4. Calculul mecanic.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Proiectarea mecanică.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Proiectarea electrică.....</b>	<b>9</b>
a. Realizarea unei scheme de legături a componentelor.....	9
b. Realizarea unei scheme de alimentare a componentelor.....	11
<b>7. Schema logică a programului.....</b>	<b>12</b>
<b>8. Desene de execuție.....</b>	<b>13</b>

# Vehicul autonom pentru evitarea obstacolelor și parcare laterală

## 1.Introducere

Proiectul urmărește dezvoltarea unei mașini autonome capabile să ocolească obstacole și să parcheze lateral, aplicând concepte din domeniul mecatronicii. Acest tip de vehicul are aplicații practice în sisteme de transport autonome și în robotică.

Proiectul presupune proiectarea mecanică a unui șasiu optimizat, integrarea electronică a senzorilor și motoarelor și dezvoltarea unui program logic pentru control. Mașina utilizează senzori cu ultrasunete pentru detectarea obstacolelor și un microcontroller pentru procesarea datelor și luarea deciziilor.

Obiectivul este de a crea un sistem funcțional care să demonstreze principii esențiale de proiectare mecanică, electronică și programare.

Figura 1.1 și figura 1.2 ilustrează ansamblul complet al vehiculului autonom.

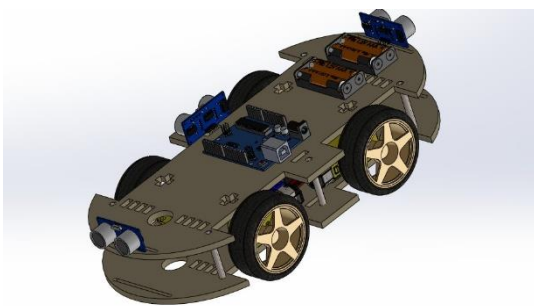


Fig.1.1 Ansamblu vehicul autonom

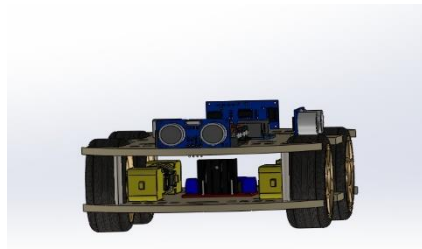


Fig.1.2 Ansamblu vehicul autonom

## 2. Stadiul actual al soluțiilor existente

Vehiculele autonome, cum sunt cele dezvoltate de Tesla, folosesc tehnologii avansate precum LIDAR, camere și algoritmi AI pentru navigație și parcare. Totuși, aceste soluții comerciale sunt costisitoare și complexe.

La nivel educațional, platformele robotice mici utilizează microcontrollere (Arduino, Raspberry Pi) și senzori accesibili, cum ar fi ultrasunetele, pentru a detecta și evita obstacolele. Aceste sisteme sunt simplu de implementat, dar pot avea limitări în medii complexe.

Proiectul propus integrează tehnologii accesibile pentru a crea un vehicul autonom capabil să ocolească obstacole și să parcheze lateral, oferind o soluție funcțională și adaptată pentru scopuri educaționale.

### 3. Stadiul conceptual

#### a. *Prezentarea diferitelor soluții constructive și alegerea celei optime din punct de vedere mecanic*

Pentru proiectarea vehiculului autonom, au fost analizate mai multe soluții constructive care au vizat alegerea materialelor, dispunerea componentelor și designul mecanic al întregului sistem.

##### 1) Materialul pentru șasiu:

- **Acrilic:** Material ușor, accesibil și ușor de prelucrat, dar cu o rezistență mecanică moderată. Este potrivit pentru un prototip educațional datorită simplității sale.
- **Aluminiu:** Rezistent și durabil, dar mai greu și mai costisitor, ceea ce ar crește complexitatea proiectului.
- **Materiale compozite:** Extrem de rezistente și foarte ușoare (ex. fibră de carbon), însă mult prea scumpe și dificil de utilizat într-un proiect de acest tip.
- **Decizie:** S-a optat pentru acrilic, deoarece oferă un echilibru optim între greutate redusă, cost scăzut și ușurință în procesare.

##### 2) Dispunerea componentelor:

- **Motoare:** Motoarele (Fig.3.1) sunt montate direct pe axele roților pentru a permite o mișcare eficientă și controlată. Vehiculul utilizează patru motoare de curent continuu, două pe fiecare parte, conectate în paralel pe fiecare canal al driverului de motoare L298 (Fig.3.2).

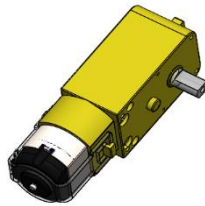


Fig.3.1 Motor DC

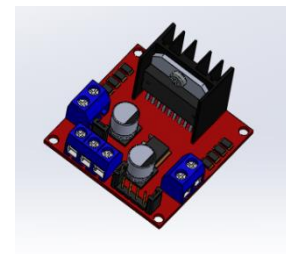


Fig.3.2 Driver L298

- **Baterii:** Amplasarea centrală a bateriilor contribuie la echilibrarea greutății vehiculului, reducând riscul de răsturnare sau instabilitate în timpul mișcării. În figura 3.3 este prezentat suportul de baterii și bateriile.

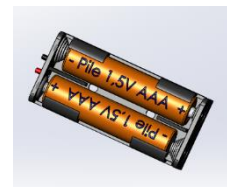


Fig.3.3 Suport baterii

- **Microcontroller (Fig.3.4):** Este poziționat pe partea superioară a șasiului, într-o locație accesibilă, pentru a facilita conectarea senzorilor și a altor componente electronice.

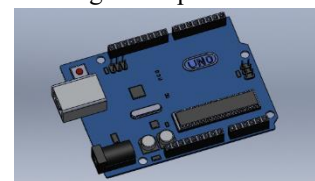


Fig.3.4 ARDUINO UNO R3

Argument: Această dispunere a componentelor asigură o detectare completă a mediului, menținând în același timp stabilitatea vehiculului și performanța mecanică. Poziționarea strategică a componentelor oferă o funcționalitate optimă pentru evitarea obstacolelor și parcare laterală.

### 3) Tipul de roți:

- Au fost selectate 4 roți din cauciuc(Fig.3.5) cu dimensiuni medii, care oferă o bună aderență pe diferite tipuri de suprafețe și contribuie la stabilitatea vehiculului. Dimensiunile roților au fost alese astfel încât să asigure un compromis între stabilitate și viteza de deplasare.



Fig.3.5 Roata din cauciuc

### b. *Prezentarea diferiților senzori care puteau fi folosiți și alegerea celor optimi*

#### 1) Senzori cu ultrasunete (HC-SR04):

- Avantaje: Sunt accesibili ca preț, oferă o precizie adecvată pentru detectarea obstacolelor la distanțe mici și medii și sunt ușor de integrat cu un microcontroller.
- Dezavantaje: Pot avea dificultăți în detectarea obstacolelor cu suprafețe foarte netede sau foarte mici.
- Decizie: Senzorii HC-SR04 au fost aleși datorită raportului excelent dintre performanță și cost, fiind ideali pentru un proiect educațional de acest tip.

#### 2) Senzori cu infraroșu (IR):

- Avantaje: Simpli, ieftini și potriviți pentru detectarea obiectelor la distanțe scurte.
- Dezavantaje: Sunt sensibili la lumină ambientală, iar precizia lor scade în cazul suprafețelor negre sau foarte lucioase.
- Motivul respingerii: Sensibilitatea ridicată la condițiile de iluminare îi face nepotriviți pentru un mediu variat.

#### 3) LIDAR:

- Avantaje: Foarte precis, capabil să creeze hărți tridimensionale detaliate.
- Dezavantaje: Costurile ridicate și complexitatea implementării îl fac dificil de utilizat într-un proiect cu buget limitat.
- Motivul respingerii: Deși oferă performanțe superioare, costul și resursele necesare sunt incompatibile cu scopul proiectului.

S-a decis utilizarea senzorilor cu ultrasunete HC-SR04 (Fig. 3.6) pentru toate cele trei poziții (frontal, lateral dreapta și posterior). Aceștia sunt compatibili cu microcontrollerul, oferă o precizie suficientă pentru detectarea obstacolelor și sunt accesibili din punct de vedere financiar.

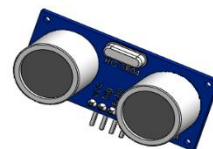


Fig.3.6 Senzor HC-SR04

## 4. Calculul mecanic

Se consideră masa vehiculului obținută din SolidWorks,  $m=0.70892$  kg (fig.4.1), o accelerație dorită de  $a=0.5$  m/s<sup>2</sup> și o viteză de deplasare dorită de  $v=0.3$  m/s.

Fig.4.1 Masa ansamblului

### 1) Calculul forței de tracțiune

Forța de tracțiune reprezintă forța pe care motoarele trebuie să o genereze pentru a accelera vehiculul.

Aceasta se calculează utilizând formula:  $F = m * a$ , unde:  $m=0.70892$ kg este masa vehiculului,  $a=0.5$ m/s<sup>2</sup> este accelerația dorită.

$$F = 0.70892 * 0.5 = 0.354N$$

Motoarele trebuie să genereze o forță de tracțiune de 0.354 N pentru a accelera vehiculul.

### 2) Calculul forței de frecare

Forța de frecare reprezintă o rezistență la mișcare care trebuie învinsă pentru ca vehiculul să se deplaseze.

Aceasta se calculează cu formula:  $F = \mu * m * g$ , unde:  $\mu=0.6$  este coeficientul de frecare între roțile din cauciuc și suprafață,  $m=0.70892$ kg este masa vehiculului,  $g=10$ m/s<sup>2</sup> este accelerația gravitațională.

$$F_{frecare} = 0.6 * 0.70892 * 10 = 4.25N$$

Forța de frecare este estimată la 4.25N.

### 3) Calculul forței totale necesare

Forța totală necesară pentru deplasarea vehiculului se obține prin suma forței de tracțiune și a forței de frecare:  $F_{total} = F_{frecare} + F$

$$F_{total} = 4.25 + 0.354 = 4.604N$$

Motoarele trebuie să fie capabile să genereze o forță totală de 4.604N.

Mass properties of Ansamblu masina
Configuration: Default
Coordinate system: -- default --
Mass = 708.92 grams

### 4) Calculul puterii necesare

Puterea motoarelor depinde de forța totală necesară și de viteză vehiculului. Formula utilizată este:  $P = F_{total} * v$ , unde:  $F_{total} = 4.604N$ ,  $v=0.3$ m/s reprezintă viteza de deplasare dorită.

$$P = 4.604 * 0.3 = 1.3812W$$

Puterea totală necesară este de 1.3812W, iar fiecare motor trebuie să genereze:

$$P_{motor} = \frac{P}{4} = \frac{1.3812}{4} = 0.3453W$$

### 5) Calculul cuplului la roți

Cuplul la roți se calculează în funcție de forța totală și braț (raza roților). Formula utilizată este:  $M_{roți} = F_{total} * r$ , unde:  $F_{total} = 4.604N$ ,  $r=0.03$ m și reprezintă raza roților.

$$M_{roti} = 4.604 * 0.03 = 0.13812Nm$$

Fiecare motor trebuie să fie capabil să genereze un cuplu minim de  $0.13812Nm$

Calculule confirmă că vehiculul proiectat este capabil să funcționeze conform cerințelor dacă motoarele alese îndeplinesc specificațiile calculate (forță, putere și cuplu). În cazul în care motoarele utilizate generează valori mai mici decât cele calculate, este posibil ca vehiculul să nu poată atinge accelerația dorită sau să nu depășească frecarea suprafeței.

## 5. Proiectarea mecanică

### 1) Schițele inițiale și conceptul de proiectare

Proiectarea mecanică a vehiculului autonom a început cu realizarea unor schițe de mână pentru a defini designul general al vehiculului și poziționarea componentelor principale. Aceste schițe au servit ca bază pentru dezvoltarea ulterioară a designului detaliat în software CAD.

În Figura 5.1 și Figura 5.2, sunt prezentate schițele inițiale care includ:

- Dimensiunile șasiului: 300 mm x 150 x 5mm.
- Poziționarea motoarelor și a roților.
- Locațiile aproximative ale plăcii Arduino, senzorilor cu ultrasunete și suportului pentru baterii.
- Integrarea driverului de motoare (L298) în partea centrală, între motoare, pentru a reduce spațiul ocupat și lungimea firelor.

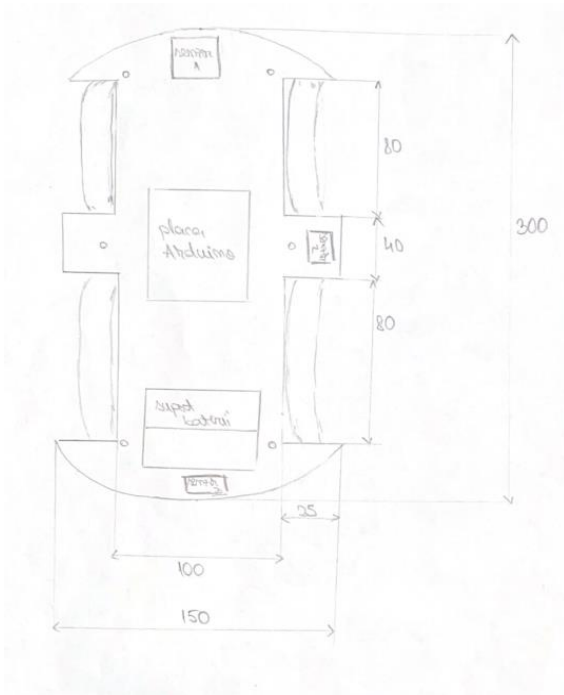


Fig.5.1 Vedere de sus

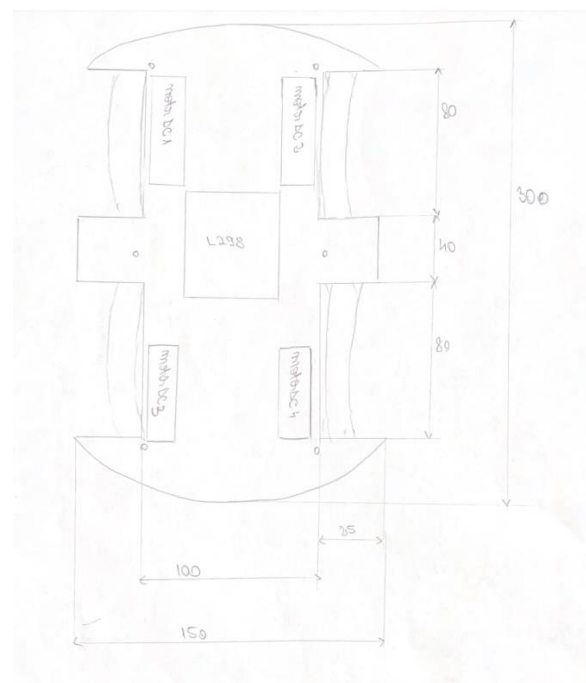


Fig. 5.2 Vedere la interior

Aceste schițe au permis vizualizarea configurației vehiculului și identificarea eventualelor ajustări necesare pentru a optimiza stabilitatea și funcționalitatea.

## 2) Proiectarea șasiului

Șasiul vehiculului (Fig. 5.3) a fost proiectat cu dimensiunile de 300 mm x 150 mm, cu o grosime de 5 mm, utilizând material acril. Alegerea materialului a fost determinată de avantajele acestuia:

- Greutate redusă, ceea ce facilitează mișcarea vehiculului cu forțe și cupluri reduse.
- Rezistență adecvată, suficientă pentru a susține toate componentele vehiculului.
- Ușurință în prelucrare, permițând realizarea găurilor și tăieturilor necesare pentru fixarea componentelor utilizând tehnologia CNC sau tăiere manuală.

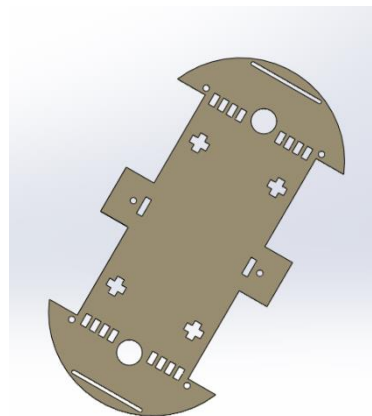


Fig. 5.3 Sasiul vehiculului

## 3) Poziționarea componentelor

Dispunerea componentelor a fost realizată astfel încât să optimizeze spațiul disponibil și să asigure un centru de greutate echilibrat. Configurația finală este următoarea:

### a) Motoarele și roțile:

- Cele 4 motoare DC sunt poziționate pe lateral, două pe fiecare parte, pentru a asigura propulsia vehiculului.
- Motoarele sunt conectate direct la roțile din cauciuc cu diametrul de 60 mm. Aceste roți oferă tracțiune suficientă și stabilitate pe suprafețe netede.

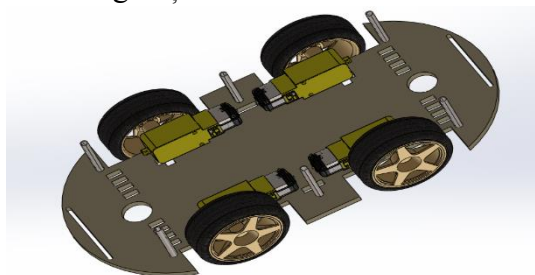


Fig. 5.4 Poziționarea roților și a motoarelor

### b) Driverul de motoare (L298):

- Driverul de motoare este amplasat central, în partea interioară a vehiculului, între motoare. Această poziționare minimizează lungimea firelor dintre motoare și driver și protejează componenta în interiorul șasiului.

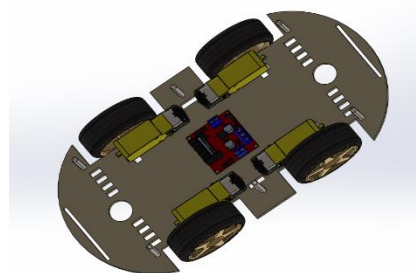


Fig. 5.5 Amplasare Driver L298



c) Placa Arduino:

- Placa Arduino este montată pe partea superioară a șasiului(Fig.5.6), într-o poziție accesibilă pentru conectarea senzorilor și a driverului de motoare.

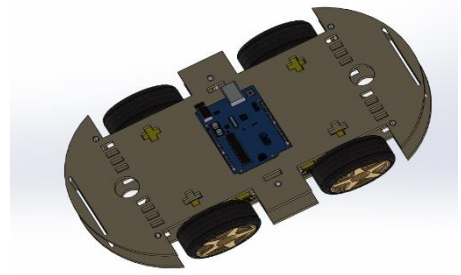


Fig.5.6 Pozitionare placa Arduino

d) Suportul pentru baterii:

- Suportul pentru baterii(x2) este amplasat in partea superioara a șasiului(Fig.5.7), centrat. Această poziționare ajută la distribuția uniformă a greutății și facilitează înlocuirea sau întreținerea bateriilor.

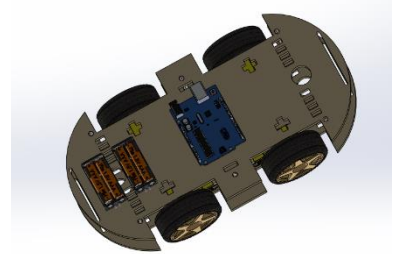


Fig. 5.7 Amplasare suport baterii

e) Senzorii cu ultrasunete (HC-SR04):

- Frontal: Pentru detectarea obstacolelor în direcția de deplasare.
- Lateral dreapta: Pentru măsurarea distanței față de obstacolele laterale (necesar pentru parcare laterală).
- Posterior: Pentru detectarea obstacolelor în timpul deplasării în marșarier.

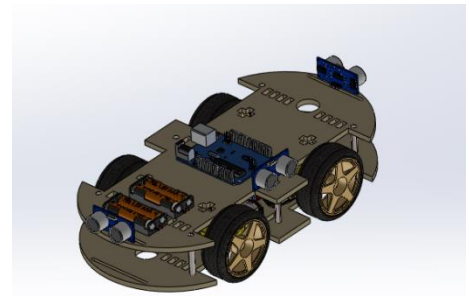


Fig.5.8. Amplasarea senzorilor

In figura 5.8 este prezentata pozitionarea celor trei senzori.

Proiectarea mecanică a fost realizată pentru a asigura o integrare eficientă a componentelor și pentru a respecta constrângerile de spațiu și greutate. Alegerea materialelor și dispunerea componentelor asigură funcționalitatea, stabilitatea și accesibilitatea vehiculului. Schițele inițiale au ghidat procesul de proiectare și au permis ajustări rapide înainte de realizarea prototipului.

## 6. Proiectarea electrică

a) *Realizarea unei scheme de legături a componentelor*

Pentru realizarea conexiunilor electrice, am proiectat o schemă care integrează toate componentele necesare. Alimentarea este furnizată de două suporturi cu baterii conectate în paralel, iar toate componentele sunt interconectate pentru a asigura funcționarea corectă a sistemului. Schema a fost realizată în EasyEDA, urmând structura detaliată mai jos.

1) Alimentarea circuitului

- Surse de alimentare:

-Două suporturi cu baterii conectate în paralel pentru a furniza o tensiune de 6V.

- Conexiuni:

- VCC (pozitiv)**: Conectat la pinul **VS** al driverului L298N.

- GND (negativ)**: Conectat la masa comună (GND) a întregului circuit.

## 2) Driverul L298N

- **Rol**: Controlează cele patru motoare DC și furnizează tensiunea stabilizată de 5V către Arduino Uno.

- Conexiuni:

- **VS**: Primește tensiunea de 6V de la baterii.

- **GND**: Conectat la masa comună.

- OUT1 și OUT2**: Conectate la Motorul 1 și Motorul 3.

- **OUT3 și OUT4**: Conectate la Motorul 2 și Motorul 4.

- **IN1, IN2**: Controlează direcția Motorului 1, conectate la pinii D2 și D3 ai Arduino.

- **IN3, IN4**: Controlează direcția Motorului 2, conectate la pinii D4 și D5 ai Arduino.

- **ENA**: Controlează viteza Motorului 1 prin PWM (pin D9 al Arduino).

- **ENB**: Controlează viteza Motorului 2 prin PWM (pin D10 al Arduino).

## 3) Placa Arduino Uno

- **Rol**: Controlează direcția și viteza motoarelor și colectează datele de la senzorii HC-SR04.

- Conexiuni

- **Vin**: Primește tensiune de 5V de la driverul L298N.

- **GND**: Conectat la masa comună.

- **D2-D3**: Controlează IN1 și IN2

- **D4-D5**: Controlează IN3 și IN4

- **D9**: Controlează viteza Motorului 1 (ENA)

- **D10**: Controlează viteza Motorului 2 (ENB)

- Senzor frontal: **Trig**: Conectat la **D6**; **Echo**: Conectat la **D7**.

- Senzor lateral: **Trig**: Conectat la **D8**; **Echo**: Conectat la **D11**

- Senzor posterior: **Trig**: Conectat la **D12**; **Echo**: Conectat la **D13**

## 4) Senzorii HC-SR04

- **VCC**: Toți cei trei senzori sunt alimentați de pinul **5V** al Arduino Uno.
- **GND**: Toți cei trei senzori sunt conectați la masa comună.
- **Trig și Echo**: Fiecare senzor este conectat la pinii dedicați de pe Arduino.

Schema de legături realizată este prezentată în figura 6.1 și asigură o integrare corectă a componentelor: Driverul L298N primește alimentare de la baterii și controlează motoarele, Arduino Uno coordonează funcțiile sistemului și colectează date de la senzori, Senzorii HC-SR04

oferă informații despre obstacole. Proiectarea electrică la o tensiune de 6V este suficientă pentru funcționarea sistemului, cu performanțe adecvate ale motoarelor și senzorilor.

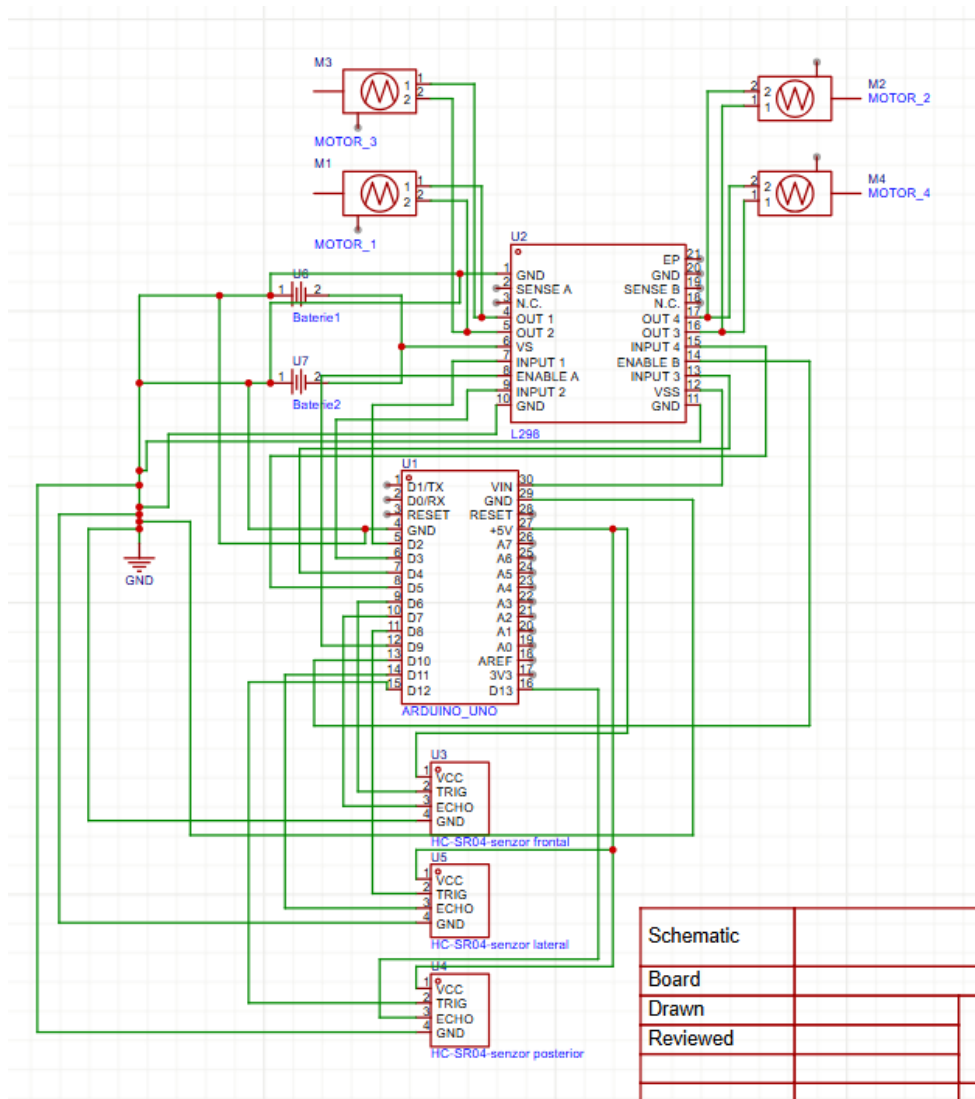


Fig.6.1 Schema de legaturi a componentelor

#### b) Realizarea unei scheme de alimentare a componentelor

Schema de alimentare (Fig.6.2) a fost realizată pentru a asigura distribuția corectă a energiei către toate componentele sistemului. Alimentarea principală este furnizată de două suporturi cu baterii conectate în paralel, care furnizează o tensiune constantă de 6V.

Structura alimentării este următoarea:

- **Baterii (6V):** Reprezintă sursa principală de energie.
- **Driverul L298N:**
  - Primește tensiunea de 6V prin pinul VS.
  - furnizează alimentarea motoarelor prin ieșirile **OUT1-OUT4**.

- Stabilizează tensiunea la **5V** pentru alimentarea Arduino Uno.
- Arduino Uno:
  - Primește alimentarea stabilizată de 5V de la driverul L298N.
  - Distribuie tensiunea de 5V către cei trei senzori HC-SR04.
- Senzorii HC-SR04:
  - Alimentați de pinul **5V** al Arduino Nano și conectați la masa comună (GND).
- **Conexiunea GND comun:** Toate componentele au terminalele negative conectate la aceeași masă comună, asigurând un punct de referință pentru circuit.

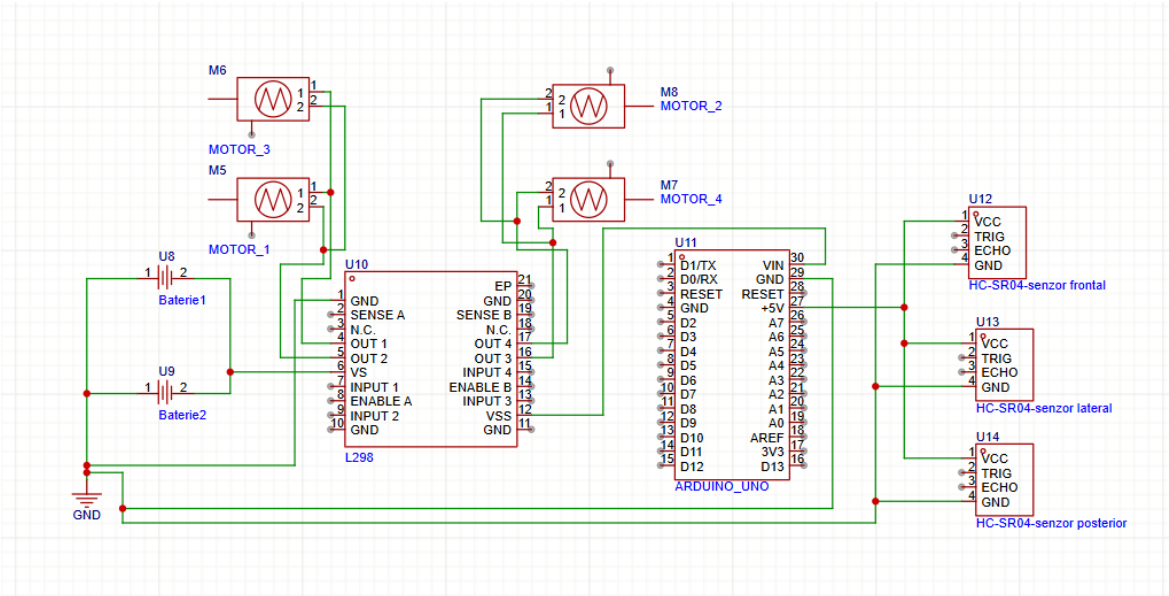


Fig.6.2 Schema de alimentare a componentelor

## 7. Schema logică a programului

Programul implementat pe placa Arduino Uno are ca scop coordonarea vehiculului autonom pentru evitarea obstacolelor și efectuarea manevrei de parcare laterală. Logica programului este bazată pe datele primite de la trei senzori HC-SR04 și pe controlul direcției și vitezei motoarelor DC prin intermediul driverului L298N. Acest capitol prezintă schema logică a programului sub forma unui flowchart, împreună cu explicațiile funcțiilor.

Programul este structurat astfel:

- 1) **Inițializare:** Configurarea pinii senzorilor și motoarelor; Verificarea stării componentelor și setarea valorilor inițiale.
- 2) **Citirea senzorilor HC-SR04:** Senzorul frontal măsoară distanța până la obstacolele din față; Senzorul lateral detectează spațiul disponibil pentru parcare; Senzorul posterior asistă în timpul manevrei de parcare.

- 3) **Evitarea obstacolelor:** Dacă un obstacol este detectat în față la o distanță mai mică de 20cm, vehiculul decide direcția de evitare (stânga sau dreapta) pe baza informațiilor de la senzorul lateral; În lipsa obstacolelor, vehiculul continuă deplasarea înainte.
- 4) **Parcarea laterală:** Când senzorul lateral detectează un spațiu suficient pentru parcare(>30cm), vehiculul inițiază manevra de parcare, folosindu-se și de senzorul posterior.
- 5) **Repetarea procesului:** După efectuarea unei manevre (evitare sau parcare), vehiculul continuă să monitorizeze senzorii și să ia decizii.

Diagrama de mai jos (Fig.7.1) prezintă schema logică a programului implementat. Schema logică oferă o imagine clară a proceselor din program și a modului în care vehiculul ia decizii.

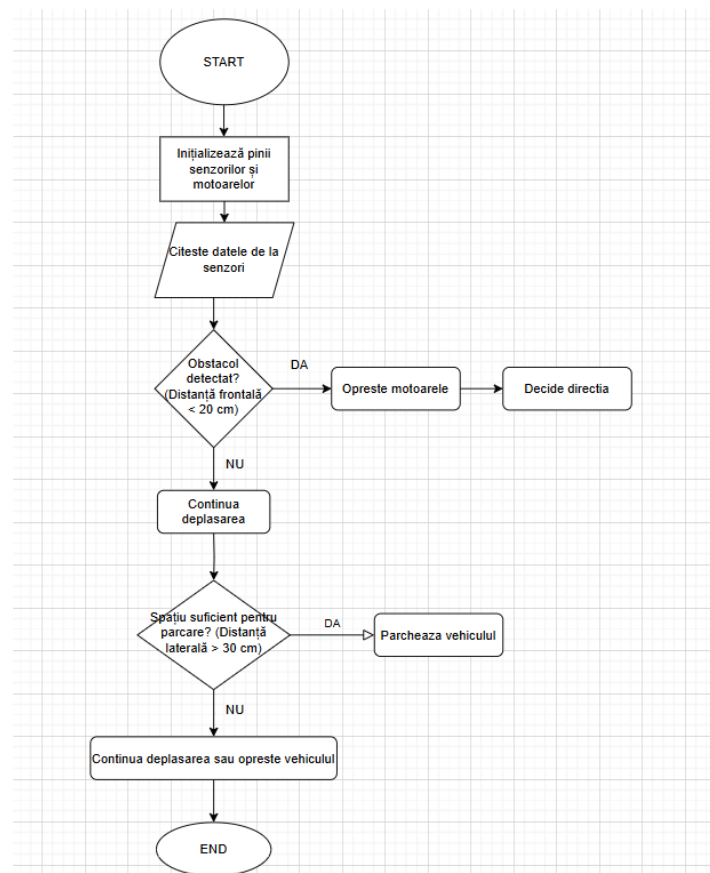


Fig.7.1 Schema logică a programului

## 8. Desene de execuție

Desenele de execuție reprezintă documentația tehnică necesară pentru fabricarea și asamblarea vehiculului autonom. În această secțiune sunt prezentate schițele pentru ansamblu și pentru componentele individuale esențiale, cum ar fi șasiul.

Figura 8.1 ilustrează ansamblul complet al vehiculului autonom. Sunt evidențiate toate componentele principale și modul de fixare a acestora pe șasiu.

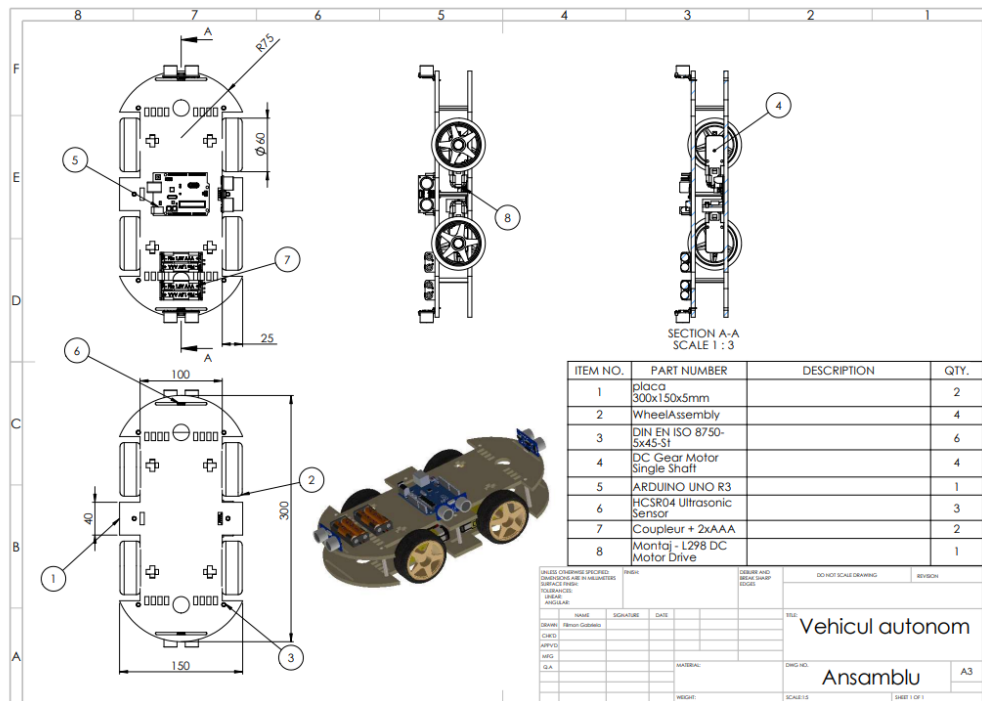


Fig.8.1 Desenul de executie al ansamblului

Figura 8.2 prezintă șasiul vehiculului autonom. Șasiul este componenta principală care susține toate piesele, inclusiv motoarele, senzorii, bateriile și componentele electronice. Este construit dintr-o placă cu dimensiunile 300x150x5 mm, oferind o bază stabilă pentru ansamblul vehiculului.

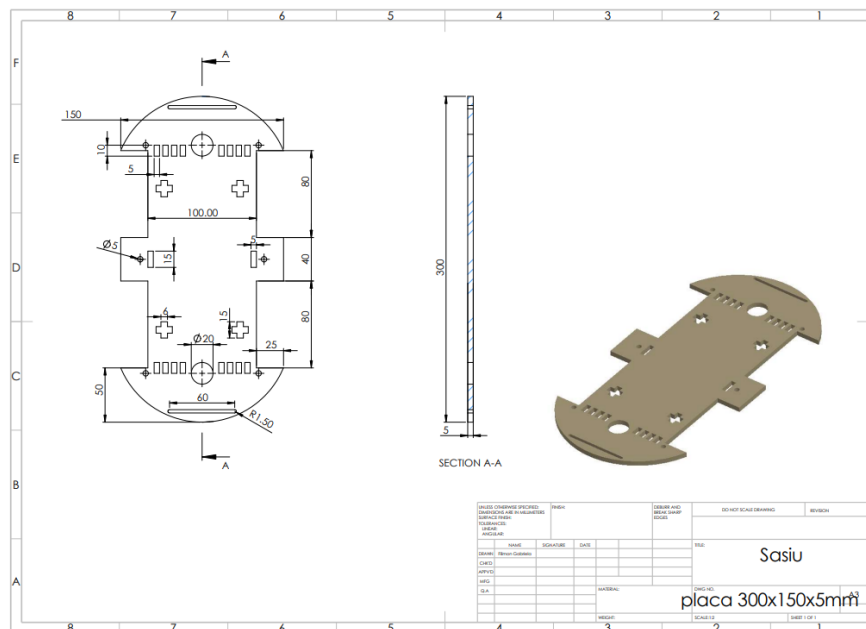


Fig.8.2 Desen de executie sasiu

Proiectul realizat a demonstrat cu succes funcționarea unui vehicul autonom capabil să evite obstacolele și să parcheze lateral. Printr-o combinație de senzori, motoare și componente electronice, vehiculul a îndeplinit cerințele propuse, oferind o soluție simplă și eficientă pentru navigare autonomă.

Acest proiect a reprezentat o oportunitate excelentă de a aplica cunoștințele teoretice într-un mod practic, punând bazele unor aplicații viitoare în domeniul roboticii și al vehiculelor autonome.