

# Proiect

## Sisteme Mecatronice



Nume și prenume student: Bilan Alexia-Iuliana

Grupa: 631AD

Indrumator: Stanescu Vlad

An universitar 2024-2025

Licență III

## **Etape (Cuprins):**

<b>1. Introducere.....</b>	<b>Pag.3</b>
<b>2.Stadiul actual al soluțiilor existente.....</b>	<b>Pag.3</b>
<b>3. Stadiul conceptual</b>	
a. Prezentarea diferitelor soluții constructive și alegerea celei optime din punct de vedere mecanic.....	Pag.4
b. Prezentarea diferiților senzori care puteau fi folosiți și alegerea celor optimi pentru proiectul propriu.....	Pag.5
<b>4. Calculul mecanic.....</b>	<b>Pag.6</b>
<b>5. Proiectarea mecanică.....</b>	<b>Pag.7</b>
<b>6. Proiectarea electrică</b>	
a. Realizarea unei scheme de legături a componentelor.....	Pag.8
b. Realizarea unei scheme de alimentare a componentelor.....	Pag.10
<b>7. Schema logică a programului.....</b>	<b>Pag.11</b>
<b>8. Desene de execuție.....</b>	<b>Pag.12</b>

## Robot pentru hrănirea animalelor de companie

### 1. Introducere

Dezvoltarea accelerată a tehnologiilor mecatronice a condus la integrarea roboților mobili în diverse domenii, inclusiv în îngrijirea animalelor de companie. Creșterea nevoii de soluții automatizate este determinată de stilul de viață din ce în ce mai aglomerat, care poate limita timpul dedicat hrănirii și îngrijirii acestora.

Proiectul propune conceperea și realizarea unui robot mobil capabil să asigure hrănirea animalelor de companie într-un mod autonom, fiabil și eficient. Sistemul proiectat integrează componente mecatronice care permit deplasarea robotului, identificarea zonei de hrănire, distribuirea hranei și monitorizarea procesului. Dimensiunea compactă și designul adaptat mediului casnic contribuie la asigurarea interacțiunii sigure între robot și animale.

Obiectivul principal al proiectului este de a demonstra aplicabilitatea tehnologiilor mecatronice în crearea de soluții practice, oferind un exemplu de utilizare a automatizării în îmbunătățirea calității vieții în mediul domestic.



Fig.1.1 Ansamblul robotului

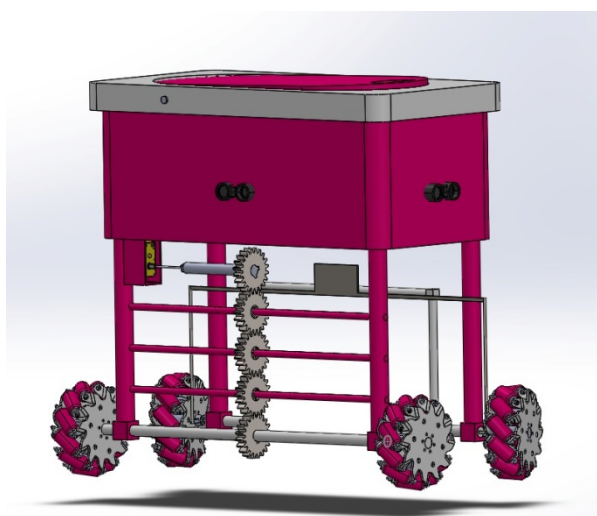


Fig1.2 Ansamblul robotului

### 2.Stadiul actual al soluțiilor existente

Conceptul robotului proiectat este centrat pe asigurarea hrănirii animalelor de companie, fiind conceput ca un aparat electrocasnic autonom. Robotul este proiectat să se deplaseze pe diverse tipuri de suprafețe, inclusiv covoare, trepte și praguri, oferind totodată o interacțiune sigură și lipsită de incidente cu animalele de companie.

Pentru navigare și funcționare precisă, robotul este echipat cu senzori LIDAR, care îi permit să genereze o hartă detaliată a locuinței sau a camerelor unde sunt amplasate bolurile pentru

hrană. De asemenea, o cameră montată în zona inferioară a robotului facilitează detectarea bolurilor de hrană. Când robotul ajunge deasupra unui bol gol, mecanismul de deschidere a ușilor cuvei este activat pentru a umple bolul cu hrană.

Această configurație asigură funcționalitate optimă, siguranță și adaptabilitate în mediul casnic.

Robotul este proiectat pentru a oferi o mobilitate ridicată, fiind echipat cu tracțiune spate și roți frontale capabile să vireze aproape de limita maximă.

Într-o versiune avansată, robotul ar putea fi dotat cu mai multe camere pentru a detecta împrejurimile cu o precizie îmbunătățită, alături de un mecanism alternativ, optimizat pentru reducerea costurilor.

### 3. Stadiul conceptual

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

Pentru proiectarea vehiculului autonom, au fost evaluate diverse soluții constructive, concentrându-se pe selectarea materialelor, organizarea componentelor și realizarea designului mecanic al întregului sistem, la un nivel conceptual în care să nu se țină cont

#### 1) Material recomandat:

Conceptual:

- Aluminiiu sau aliaje ușoare (cum ar fi aluminiiu 6061). Este ușor, durabil și ușor de prelucrat.
- Plastic ABS sau policarbonat, dacă greutatea și costurile sunt prioritare. Aceste materiale sunt mai ușoare decât metalul, dar oferă o rezistență adecvată pentru utilizarea în interior.

Decizie: Aluminiiul a fost selectat ținând cont de mai multe condiții și facilități.

#### 2) Roți:

Conceptual:

- Roți pivotante, cu unghi mare de virare. Pot fi echipate cu un strat de cauciuc pentru a facilita manevrabilitatea pe suprafețe diverse.

Decizie: Au fost utilizate roți de tip mecanum (fig.1.3), o opțiune eficientă care permite robotului să se deplaseze pe diferite tipuri de suprafețe.

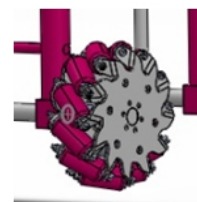


Fig.1.3 Roți Mecanum

#### 3) Suspensii:

Conceptual:

- Dacă robotul trebuie să urce trepte, ar putea fi incluse mici suspensii pentru amortizare.

Decizie: Având în vedere nivelul avansat de proiectare, s-a decis omiterea utilizării suspensiilor.

#### 4) **Tracțiune:**

Conceptual:

- Tracțiunea integrală oferă o mai bună aderență pe suprafețe dificile, cum ar fi trepte sau covoare groase, însă implică un cost mai mare și o complexitate sporită.

Decizie: Tracțiune pe roțile din spate (fig.1.5) cu roți frontale viratoare, această configurație asigurând stabilitate și capacitatea de a vira cu un unghi mare, permițând robotului să manevreze cu ușurință pe suprafețe înguste sau cu obstacole.

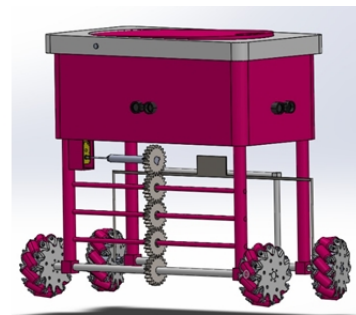


Fig. 1.5 Tracțiune spate – roți dintate

#### 5) **Camere pentru detectare:**

Conceptual:

- Utilizarea mai multor camere montate în diferite puncte ar crește precizia în detectarea obstacolelor și a bolurilor, însă ar implica o procesare suplimentară și o creștere a consumului energetic.

Decizie: A fost plasată o cameră în partea inferioară a robotului (fig. 1.4) pentru a asigura detectarea bolului pentru mănecare, fiind o soluție simplă dar în același timp, eficientă.

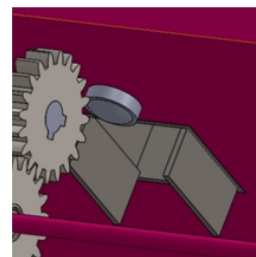


Fig. 1.4 Camera inferioară și  
uși pentru cuva

#### 6) **Usile pentru cuva:**

Conceptual:

- Dispozitiv de clapetă gravitațională, fiind mai simplu din punct de vedere constructiv, însă mai puțin precis în dozarea hranei.

Decizie: Cuvă este prevăzută cu uși automate (fig. 1.4), datorită unui mecanism simplu, fiabil și potrivit scopului robotului. Ușile se deschid automat în momentul detectării bolului de mâncare.

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

- Senzori cu ultrasunete și infraroșu: Aceste soluții sunt mai economice și pot detecta obstacolele și bolurile de aproape, dar au o precizie redusă comparativ cu senzorii LIDAR sau camerele.
- Decizie: Au fost utilizați 3 senzori LIDAR, aceștia prezentând un cost relativ redus și sunt potriviți pentru crearea hărților tridimensionale detaliate a unui spațiu închis.

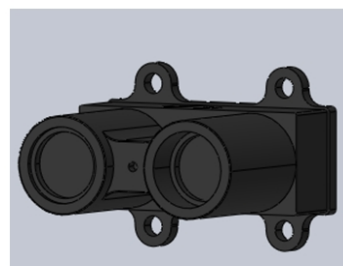


Fig. 1.6 Senzor LIDAR

Pentru pozițiile frontală, lateral dreapta și posterioară s-au selectat senzorii LIDAR (Fig. 1.6), datorită compatibilității cu microcontrollerul, preciziei bune și costului redus.

#### 4. Calculul mecanic

Masa vehiculului, obținută din SolidWorks, este de  $m = 19,66802 \text{ kg}$  (fig. 4.1), cu o accelerație dorită de  $a = 0.3 \text{ m/s}^2$  și o viteză de deplasare dorită de  $v = 0.3 \text{ m/s}$ .

Mass properties of assembly  
Configuration: Default  
Coordinate system: -- default --  
Mass = 19668.02 grams

Fig. 1.7 Masa robotului

##### 1) Calculul fortei de tracțiune

Forța de tracțiune este forța necesară pentru ca motoarele să accelereze vehiculul. Aceasta se calculează cu formula:  $F = m * a$ , unde  $m = 19,66802 \text{ kg}$  reprezintă masa vehiculului, iar  $a = 0.3 \text{ m/s}^2$  este accelerația dorită.

- $$F = 19,66802 * 0,3 = 5,9 \text{ N}$$

##### 2) Calculul fortei de frecare

Forța de frecare se calculează cu formula:  $F = \mu * m * g$ , unde:  $\mu = 0.6$  reprezintă coeficientul de frecare între roțile din cauciuc și suprafață,  $m = 19,66802 \text{ kg}$  este masa vehiculului, iar  $g = 10 \text{ m/s}^2$  este accelerația gravitațională.

- $$F_f = 0.6 * 19,66802 * 10 = 118 \text{ N}$$

##### 3) Calculul fortei totale necesare

Aceasta are următoare formula:  $F_{total} = F_f + F$ .

- $$F_{total} = F_f + F = 118 + 5,9 = 123,9 \text{ N}$$

Concluzie: Motoarele trebuie să aibă capacitatea de a genera o forță totală de 123,9 N.

##### 4) Calculul puterii necesare

Puterea necesară pentru motoare este determinată de forța totală și de viteza de deplasare a vehiculului. Formula folosită este:  $P = F_{total} * v$ , unde  $F_{total} = 123,9 \text{ N}$  și  $v = 0.3 \text{ m/s}$  reprezintă viteza dorită.

$$P = 123,9 * 0,3 = 37,17 \text{ W}$$

De aici rezulta faptul ca motorul robotului trebuie sa genereze o putere de 37,17W.

##### 5) Calculul cuplului la roți

Cuplul la roți se calculează pe baza forței totale și a razei roților. Formula utilizată este:  $M_{roti} = F_{total} * r$ , unde  $F_{total} = 123,9 \text{ N}$  și  $r = 0.05 \text{ m}$  reprezintă raza roților.

- $$M_{roti} = 123,9 * 0,05 = 6,195 \text{ Nm}$$

De unde rezulta faptul ca motorul trebuie sa aiba capacitatea de a genera un cuplu minim de 6,195Nm.

Analiza arată că vehiculul proiectat va funcționa conform cerințelor, cu condiția ca motorul ales să îndeplinească specificațiile calculate (forță, putere și cuplu). Dacă motorul utilizat nu atinge valorile calculate, vehiculul ar putea să nu atingă accelerația dorită sau să întâmpine dificultăți în depășirea frecării suprafeței.

## 5. Proiectarea mecanica

### 1) Proiectarea carcasei

Carcasei (fig. 1.8) i-au fost oferite dimensiunile 400 mm x 150 mm cu o grosime de 200 mm, fiind dimensiuni adecvate pentru scopul robotului, iar materialul ales este aluminiul.

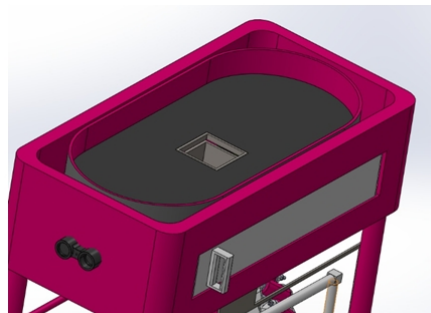


Fig. 1.8 Carcasa robotului

### 2) Proiectarea mecanismului de deplasare si viraj

Pentru deplasarea robotului, a fost proiectat un angrenaj(fig.1.9) cu roți dintate și rulmenți cu bile (tracțiune spate), fiecare roată fiind susținută de bare plasate pe lungimea robotului.

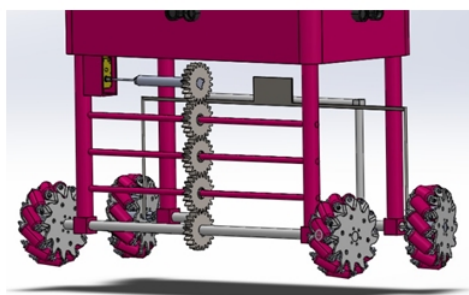


Fig. 1.9 Mecanism deplasare si viraj

Pentru viraje, s-a utilizat un mecanism de tip cruce cardanică(fig.2.0), care permite roților să vireze la un unghi mare, asigurând astfel o stabilitate sporită și o mobilitate maximă.



Fig.2.0 Mecanism cruce cardanica

### 3) Proiectarea cuvei pentru depozitarea hranei

Aceasta este proiectată în partea superioară a carcasei, dispunând de un capac detașabil (fig.2.1).

În partea inferioară a cuvei a fost proiectat un tub cu ajutorul căruia mâncarea este transferată în bol.

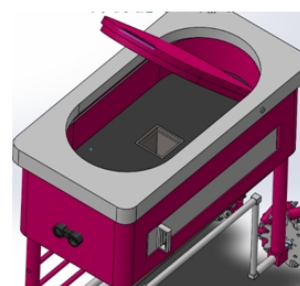


Fig.2.1 Spațiul de depozitare al cuvei

### 4) Vederea superioară si inferioară

În cadrul vederii superioare (fig.2.2) sunt vizibile roțile în poziție de viraj, precum și carcasa și cuva robotului.

În cadrul vederii inferioare (fig.2.3) se pot observa osiile, dar și usile destinate cuvei, acestea fiind automatizate să se deschidă atunci când este detectat de către camera un bol fără mâncare.



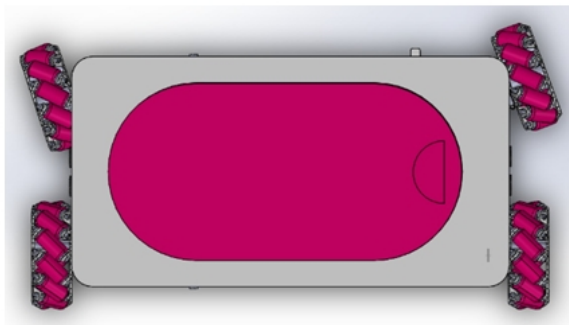


Fig.2.2 Vedere superioara

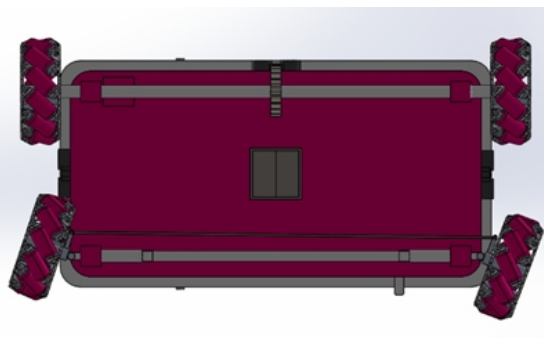


Fig.2.3 Vedere inferioara

## 6. Proiectarea electrica

În figura 2.3.1 este reprezentată o imagine ce conține componentele electrice ale robotului și așezarea acestora în carcasă.

- a) Realizarea unei scheme de legături a componentelor

A fost elaborată o schemă electrică care integrează toate componentele necesare pentru conexiunile robotului. Alimentarea provine de la două suporturi de baterii conectate în paralel, iar componentele sunt interconectate pentru a asigura funcționarea optimă a sistemului. Schema a fost realizată în EasyEDA, conform structurii detaliate prezentate mai jos.

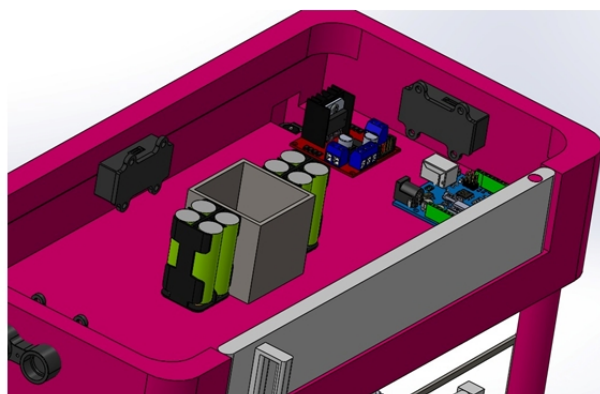


Fig.2.3.1 Componentele electrice

### 1) Alimentarea circuitului

- Surse de alimentare:
  - Doua suporturi cu baterii conectate în paralel pentru a furniza o tensiune de 12V.
- Conexiuni:
  - VCC(pozitiv): Conectat la pinul VS al driverului L298N.
  - GND(negativ): Conectat la masa comună(GND) a întregului circuit.

### 2) Driverul L298N

- Rol: Controlarea motorului DC și furnizarea tensiunii stabilite de 5V către Arduino.
- Conexiuni:



- VS: Primește tensiunea de 12V de la baterii.
- GND: Conectat la masa comună.
- OUT1 și OUT2: Conectate la Motor.
- IN1, IN2: Controlează direcția Motorului, conectate la pinii D2 și D3 ai Arduino.
- ENA: Controlează viteza Motorului prin PWM (pin D9 al Arduino).

### 3) Placa Arduino Uno

- Rol: Gestionează direcția și viteza motoarelor și preia datele furnizate de senzorii LIDAR.
- Conexiuni
  - Vin: Primește tensiune de 5V de la driverul L298N.
  - GND: Conectat la masa comună.
  - D2-D3: Controlează IN1 și IN2
  - D9: Controlează viteza Motorului (ENA)
  - 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 LIDAR

- 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, ilustrată în figura 2.4, asigură integrarea corectă a componentelor. Driverul L298N este alimentat de baterii și controlează motorul, în timp ce Arduino Uno gestionează funcțiile sistemului și colectează datele de la senzori.

Senzorii LIDAR furnizează informații despre obstacole, iar proiectarea electrică la o tensiune de 12V este suficientă pentru ca sistemul să funcționeze corespunzător, asigurând performanțe adecvate pentru motoare și senzori.

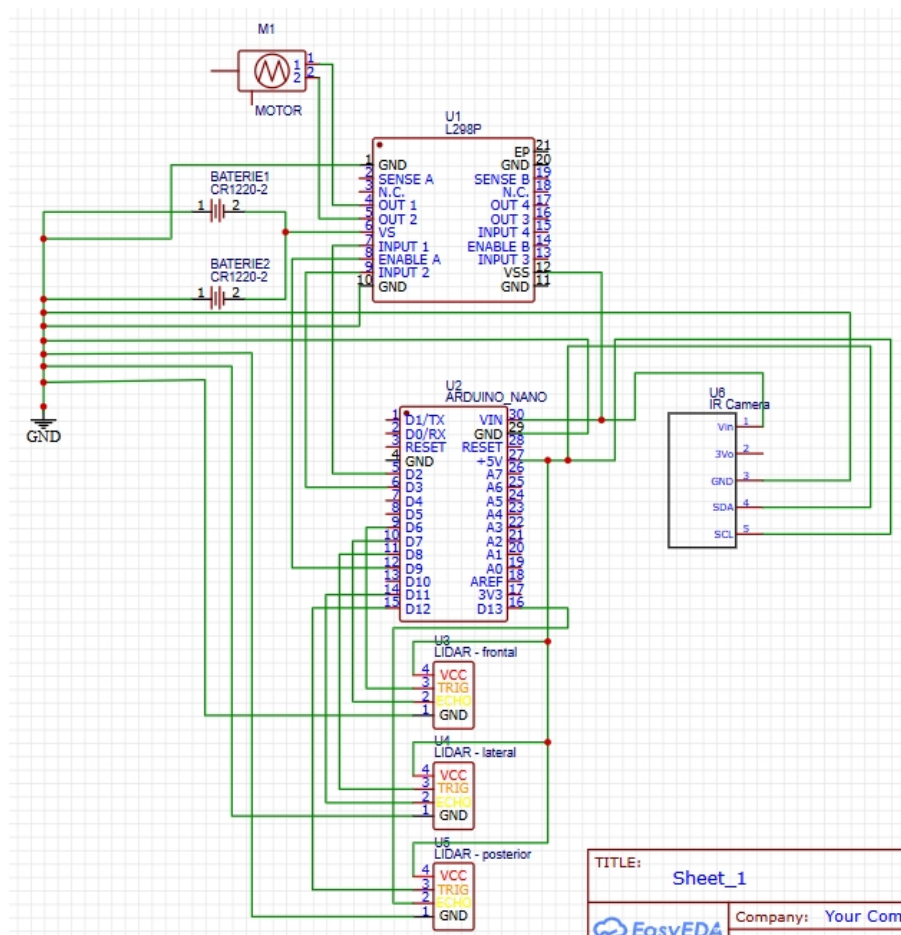


Fig.2.4 Schema de legături a componentelor

b) Realizarea unei scheme de alimentare a componentelor

- Schema de alimentare (Fig. 6.2) a fost proiectată pentru a distribui corect energia către toate componentele sistemului.
- Sistemul este alimentat prin două suporturi de baterii conectate în paralel, asigurând o tensiune constantă de 6V.

Structura alimentării:

- Baterii(12V): Sursa principală de energie.
- Driverul L298N:
  - Primește tensiunea de 12V prin VS.
  - Oferă alimentarea motoarelor prin ieșirile OUT1-OUT4.
- Arduino Uno:
  - Distribuie tensiunea de 5V către cei trei senzori LIDAR.

- Primește alimentarea de la driverul L298N.
- Senzorii LIDAR si Camera:
  - 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.

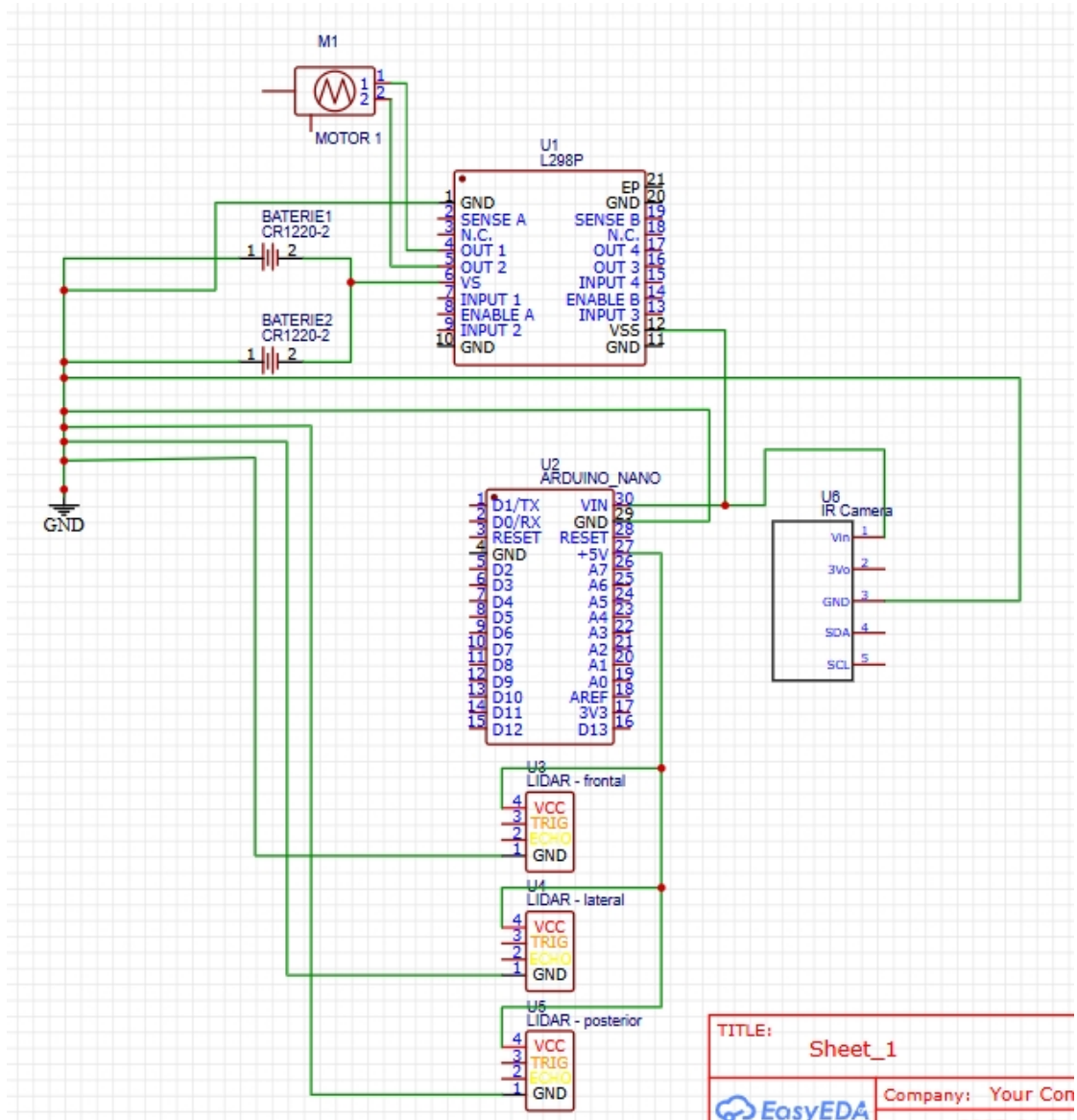


Fig.2.5 Schema de alimentare a componentelor

## 7. Schema logica a programului

Logica programului este bazată pe datele primite de la trei senzori LIDAR și pe controlul direcției și vitezei motorului DC prin intermediul driverului L298N. Acest

capitol prezintă schema logică a programului sub forma unui flowchart, împreună cu explicațiile funcțiilor.

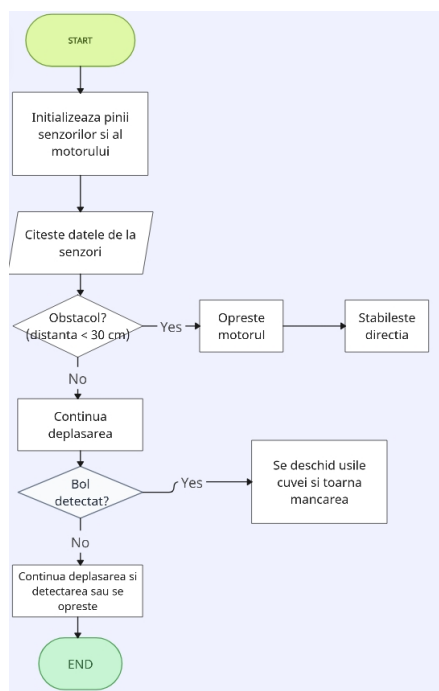


Fig.2.6 Schema logică a programului

## 8. Desene de executie

Figura 2.7 reprezinta ansamblul robotului fiind evidentiata componentele principale si vederile importante ale acestuia.

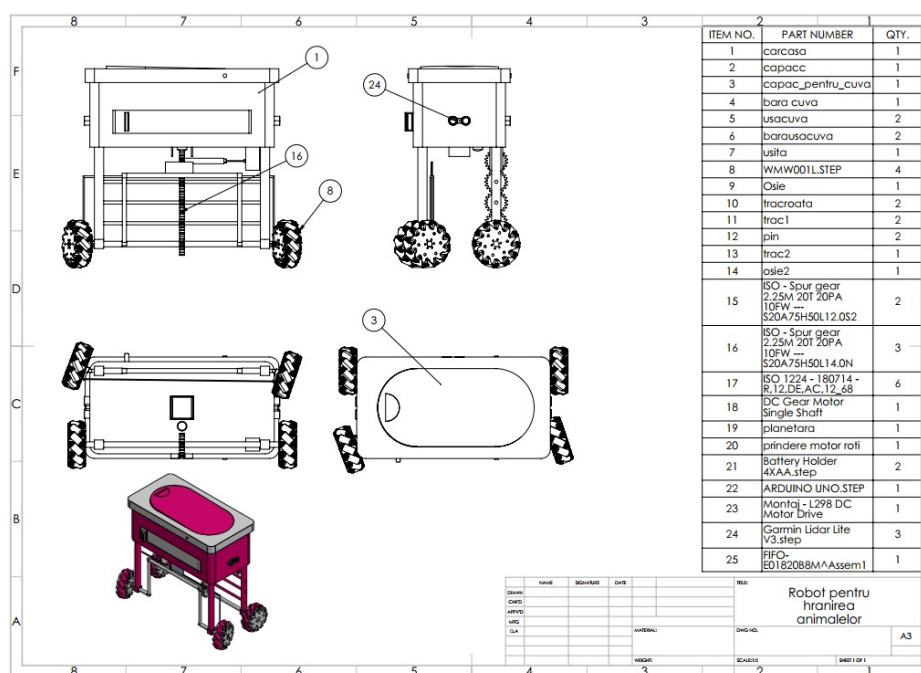


Fig. 2.7 Desenul de executie al robotului

Facultatea *IIR*Specializarea *IAII*

Mai jos in figura 2.8 este prezentat desenul de executie al carcasei, elementul principal al ansamblului, fiind evidentiata cotele de gabarit si vederile necesare intelegerii desenului de executie.

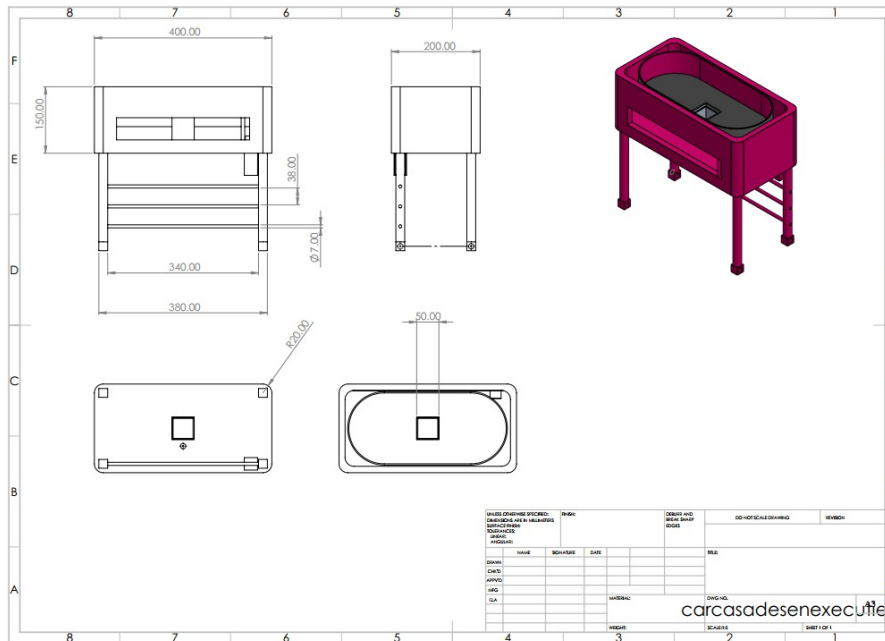


Fig.2.8 Desenul de executie al carcasei

Proiectul robotului mobil destinat hrănirii animalelor de companie demonstrează o abordare inovatoare în automatizarea sarcinilor casnice. Robotul asigură o distribuție eficientă și precisă a hranei, având în același timp capacitatea de a naviga autonom pe diverse suprafețe și de a interacționa în siguranță cu mediul înconjurător.

Prin integrarea componentelor mecanice, electronice și software, s-a obținut un sistem funcțional care îmbină mobilitatea ridicată cu fiabilitatea operațiunilor. Utilizarea senzorilor avansați pentru detectare și navigație, împreună cu un mecanism simplu și robust pentru distribuirea hranei, a permis realizarea unui robot care poate usura considerabil viața proprietarilor de animale de companie.

