

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED BATTERY MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM OF A ROBOTIC SYSTEM

APOSTOL Alexandru-Florian

Facultatea: FIIR, Specializarea: IAII, Anul de studii: 4, e-mail: alexandru.apostol99@gmail.com

Conducător științific: Ș.l.dr.ing. **Ioan-Cristian TARBĂ**

SUMMARY: It is proposed to develop a system for monitoring and managing the batteries of a robotic system. The system consists of an automated charging station for the batteries of autonomous vehicles. The station has the function of handling, detaching the battery from the vehicle and putting it in the charging slot, and the function of monitoring the battery during charging to determine useful information about it. The paper addresses the study of electrical components of the system and their optimal choice, as well as the development of the software algorithm that controls the system.

CUVINTE CHEIE: baterie, gestionare, algoritm, robot, electronică.

1. Introducere

Lucrarea de față descrie stadiul actual al licenței cu tema “Sistem automatizat de monitorizare și gestionare a bateriilor unui sistem robotizat”, axându-se în principal pe partea de gestionare a bateriei, alegerea optimă a componentelor electrice, schema electrică și dezvoltarea funcțiilor software.

Pentru îndeplinirea funcției de manipulare a acumulatorului se va folosi un ghidaj liniar acționat de un motor de curent continuu pas cu pas [2] pentru mișcarea verticală, un actuator liniar cu motor de curent continuu cu perii [3] pentru mișcarea orizontală, și doi electromagneți [4] care acționează tijele metalice din carcasa acumulatorului pentru a-l fixa de capătul actuatorului.

Pentru a începe faza de schimb a acumulatorului trebuie cunoscut momentul când acesta este în poziție de a fi schimbat. Pentru a detecta când vehiculul ajunge în stație cu acumulatorul se va folosi un comutator limitator.

În urma cercetărilor s-au stabilit componentele electrice necesare gestionării acumulatorilor:

- placa de dezvoltare – pentru procesarea programului software și trimiterea de semnale;
- drivere motor – pentru controlul motorului de curent continuu pas cu pas al ghidajului liniar și al motorului de curent continuu cu perii al actuatorului liniar [5];
- punte H – pentru controlul electromagneților;
- sursa de alimentare – pentru alimentare sistemului;
- regulator tensiune – pentru regularea tensiunii de la sursă.

În fig. 1 sunt prezentate pe un model 3D elementele principale ale sistemului.

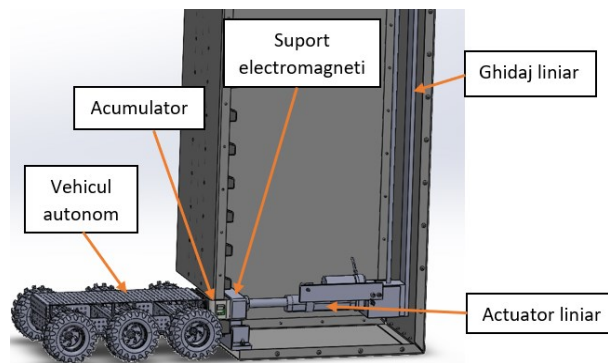


Fig. 1. Elementele sistemului [1]

2. Stadiul actual

Alegerea componentelor electrice s-a făcut axându-se pe compatibilitate dintre acestea și asigurarea funcționării optime. S-a urmărit ca fiecare componentă să funcționeze în parametri recomandați, acestea fiind alimentate și folosite corespunzător.

S-a ales placa de dezvoltare cu microcontroler Arduino Uno R3 [6] datorită numărului îndeajuns de pini pentru transmiterea semnalelor necesare la restul componentelor. Aceasta necesită 7-12V, când este folosit cablul de alimentare, pentru o funcționare optimă.

S-a ales sursa de alimentare MKASYON [7] care poate asigura un curent continuu de 24V cu 8A pentru a asigura alimentarea optimă a tuturor componentelor.

S-a ales regulatorul de tensiune de tip step-down [8] pentru a coborî tensiunea de la sursa de alimentare de 24V, acesta acceptând tensiuni de 14,5-40V, la 12V cu maxim 15A pentru a alimenta Arduino Uno R3, driverul motorului de curent continuu cu perii al actuatorului liniar și puntea H dubla.

Pentru controlul motorului de curent continuu pas cu pas al ghidajului liniar s-a ales driverul FMDD50D40NOM [9], recomandat de producător, acesta comandă motorul prin cele 4 ieșiri A+, A-, B+, B-, cele 2 ieșiri PU+ și DR+ se conectează la 5V de la Arduino Uno R3, iar pentru a controla poziția și direcția motorului se schimbă pulsul semnalului, prin pinii 12, respectiv 13, de la LOW(0-0,5V) la HIGH(>4V) către intrările PU- respectiv DR-. Driverul necesită o tensiune de 20-50V la V+, V-, așa că se va alimenta direct de la sursă.

Legăturile necesare acționării ghidajului liniar sunt reprezentate în fig. 2, iar setările inițiale și funcția necesară acționării acestuia sunt reprezentate în fig. 3.

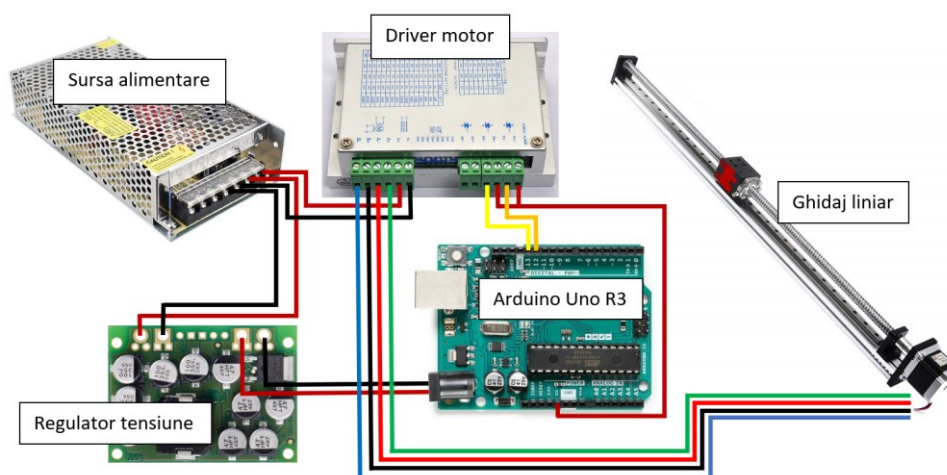


Fig. 2. Schema electrică ghidaj liniar

```
int guideDriverPU = 12;
int guideDriverDR = 13;

void setup() {
  pinMode(guideDriverPU, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul PU-
  pinMode(guideDriverDR, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul DR-
}

void moveGuideMotor(int steps, boolean direction) { //Definirea unei functii pentru controlarea directiei si a pasilor motorului
  if(direction=1) { //In functie de variabila "direction" se seteaza directia motorului
    digitalWrite(guideDriverDR, HIGH); //
  } else {
    digitalWrite(guideDriverDR, LOW);
  }
}

for(int i=0; i<steps; i++) { //Se apeleaza o functie "for" pentru a misca motorul un numar "steps" de pasi
  digitalWrite(guideDriverPU, HIGH);
  digitalWrite(guideDriverPU, LOW);
}
}
```

Fig. 3. Setarea pinilor și funcția de control a motorului ghidajului liniar

Pentru controlul motorului de curent continuu cu perii al actuatorului liniar s-a ales ca driver motor puntea H VNH2SP30 [10]. Acesta suportă o tensiune de 5,5-16V și poate controla un motor la 14A constant. Acesta va fi alimentat cu 12V prin regulatorul de tensiune pentru a asigura actuatorului liniar viteza maximă. Pini VCC și GND sunt conectați la Arduino Uno R3 la 5V respectiv GND. Pinul EN activează modulul, acesta este conectat la pinul 4 și va primi un semnal de tip HIGH pe parcursul funcționării acestuia. Pini INA și INB controlează mișcarea motorului, aceștia vor fi conectați la pini 7 respectiv 8, dacă amândoi sunt HIGH sau LOW motorul va fi în modul de frânare, dacă INA este HIGH și INB este LOW acesta se va roti în sens orar, iar dacă INA este LOW și INB este HIGH acesta se va roti în sens anti orar. Pinul PWM controlează viteza motorului, acesta este conectat la pinul de tip PWM 9.

Legăturile necesare acționării actuatorului liniar sunt reprezentate în fig. 4, iar setările inițiale și funcția necesară acționării acestuia sunt reprezentate în fig. 5.

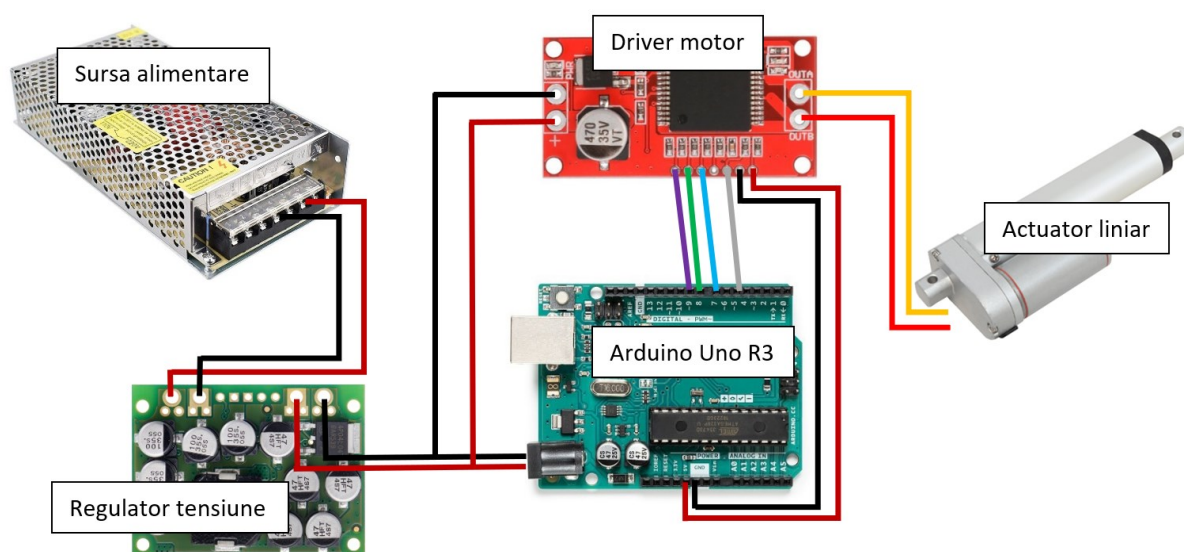


Fig. 4. Schema electrică actuator liniar

```
int actuatorDriverPWM = 9;
int actuatorDriverINB = 8;
int actuatorDriverINA = 7;
int actuatorDriverEN = 5;

void setup() {
  pinMode(actuatorDriverPWM, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul PWM
  pinMode(actuatorDriverINB, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul INB
  pinMode(actuatorDriverINA, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul INA
  pinMode(actuatorDriverEN, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul EN
}

void moveActuatorMotor(boolean direction) { //Definirea unei functii pentru controlarea starii motorului(extins/retras)
  if(direction=1) { //In functie de variabila "direction" se seteaza directia motorului
    digitalWrite(actuatorDriverINB, HIGH); //Setarea rotatiei motorului in sens antiorar
    digitalWrite(actuatorDriverINA, LOW);
  } else {
    digitalWrite(actuatorDriverINB, LOW);
    digitalWrite(actuatorDriverINA, HIGH); //Setarea rotatiei motorului in sens orar
  }
  analogWrite(actuatorDriverPWM, 255); //Actionarea motorului la viteza maxima
  delay(3000); //Asteptarea actuatorului pentru a se extinde/retrage complet
  analogWrite(actuatorDriverPWM, 0);
}
```

Fig. 5. Setarea pinilor și funcția de control a motorului actuatorului liniar

Pentru controlarea electromagneților s-a ales o punte H dubla L9110S [11]. Un electromagnet trebuie să fie alimentat la o tensiune de 12V cu un curent de 670mA. Puntea H dublă suportă tensiuni de 2,5-12V, oferind un curent de 800mA pe fiecare canal, acesta va fi alimentat cu 12V prin regulatorul de tensiune la pini VCC și GND. Având în vedere că magneții nu trebuie controlați individual se poate trimite același semnal pe canalele de ieșire. Pini A-IA și B-IA vor primi semnal de la pinul 11, iar pini A-IB și B-IB vor primi semnal de la pinul 10. Atunci când pinul 11 trimite semnal de tip HIGH iar pinul 10 trimite semnal de tip LOW electromagneții vor acționa pe tijele metalice ale carcasei acumulatorului permițând astfel manipularea acumulatorului.

Legăturile necesare acționării electromagneților sunt reprezentate în fig. 6, iar setările inițiale și funcția necesară acționării acestora sunt reprezentate în fig. 7.

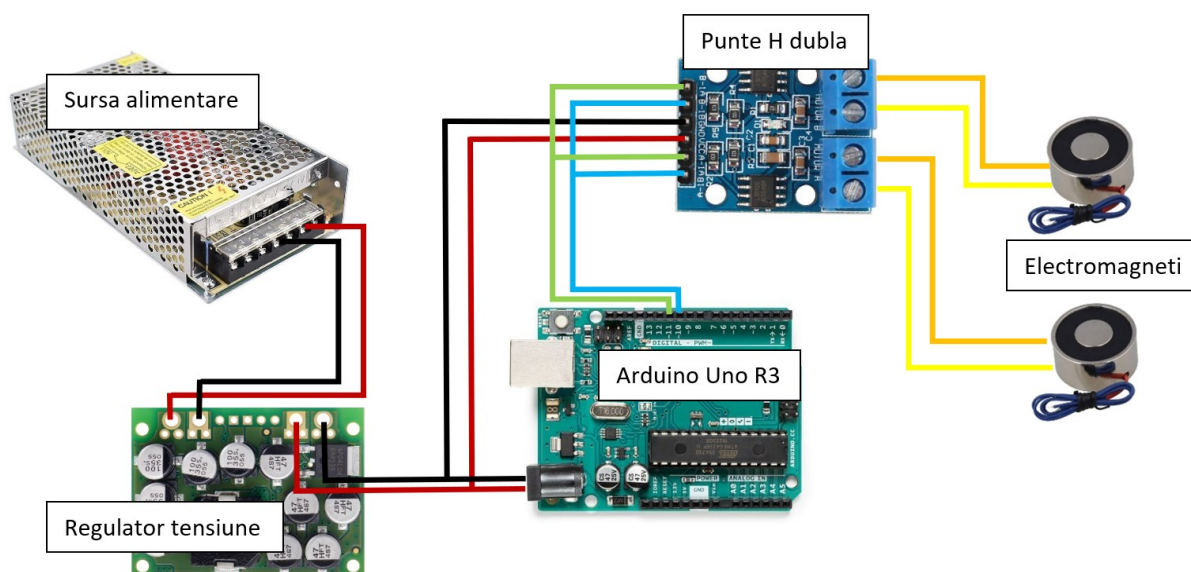


Fig. 6. Schema electrică electromagneți

```
int electromagnetBridgeIA = 11;
int electromagnetBridgeIB = 10;

void setup() {
  pinMode(electromagnetBridgeIA, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul la A-IA si B-IA
  pinMode(electromagnetBridgeIB, OUTPUT); //Definirea pinului pentru semnalul la A-IB si B-IB
}

void controlElectromagnet(boolean direction) { //Definirea unei functii pentru controlarea electromagnetilor
  if(direction=1) { //In functie de variabila "direction" se seteaza polaritatea electromagnetilor
    digitalWrite(electromagnetBridgeIA, HIGH);
    digitalWrite(electromagnetBridgeIB, LOW);
  } else {
    digitalWrite(electromagnetBridgeIA, LOW);
    digitalWrite(electromagnetBridgeIB, HIGH);
  }
}
}
```

Fig. 7. Setarea pinilor și funcția de control electromagneților

Pentru a detecta când vehiculul ajunge în stație cu acumulatorul s-a ales comutatorul limitator V-156-1C25 [12]. Acesta are un contact COM, la care se va conecta 5V, un contact NC(Normally Close) la care nu se va conecta nimic, și un contact NO(Normally Open) la care se va conecta pinul 5. Atunci când comutatorul va fi acționat de către acumulatorul care ajunge în stație, acesta va permite trecerea curentului de la COM la NO, iar pinul 5 va citi cei 5V ca un semnal de tip HIGH, astfel detectând momentul când acumulatorul este pregătit de schimb.

Legăturile necesare folosirii comutatorului limitator sunt reprezentate în fig. 8, iar setările inițiale și funcția necesara utilizării acestuia sunt reprezentate în fig. 9.

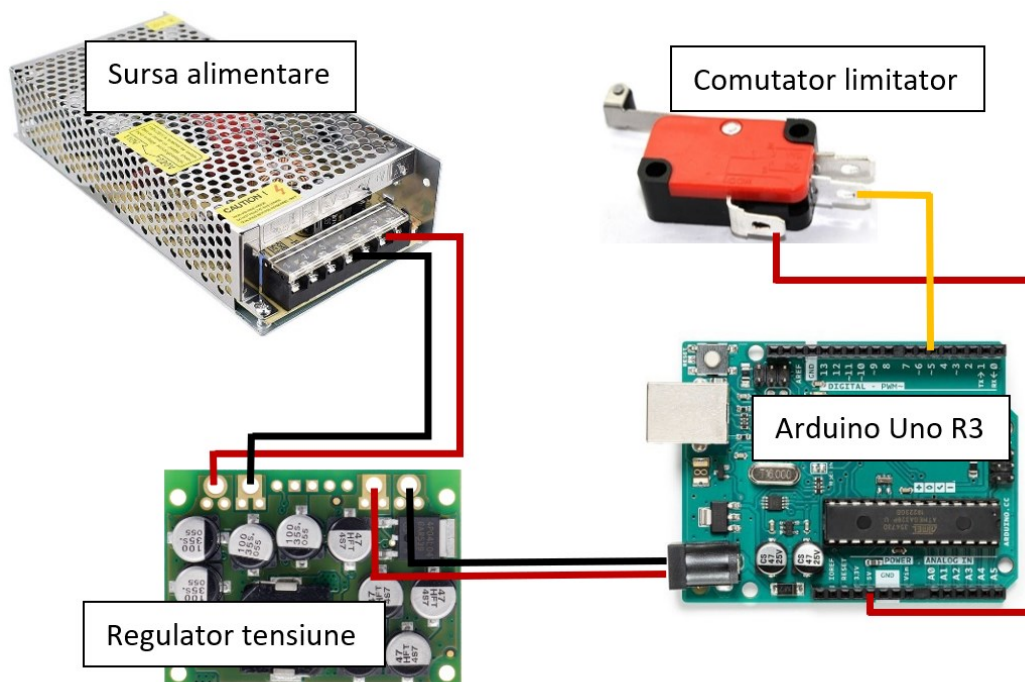


Fig. 8. Schema electrică comutator limitator

```
int switchNO = 5;

void setup() {
  pinMode(switchNO, INPUT); //Definirea pinului de verificare
}

boolean isSwitchPressed() { //Definirea unei functii pentru verificarea comutatorului
  if(switchNO == HIGH) { //Daca pinul detecteaza curent functia returneaza "1"(TRUE)
    return 1;
  } else {
    return 0;
  }
}
```

Fig. 9. Setarea pinilor și funcția pentru verificare a comutatorului

3. Concluzii

În lucrarea de față s-au ales componentele necesare funcționării sistemului în ceea ce privește gestionarea acumulatorului, s-au realizat schemele electrice, și s-a dezvoltat algoritmul pentru controlarea elementelor electrice principale ale sistemului.

Pentru îndeplinirea funcției de manipulare programul software rulează pe o placă de dezvoltare Arduino Uno R3 care trimite semnale la un driver de motor pas cu pas, un driver de motor tip punte H pentru un motor cu perii, și o punte H dublă pentru a controla un ghidaj liniar acționat de un motor pas cu pas, un actuator liniar acționat de un motor cu perii, și respectiv doi electromagneți. Placa de dezvoltare se folosește de un comutator limitator pentru a detecta când vehiculul ajunge în stație cu acumulatorul. Driverul motorului pas cu pas este alimentat direct de la sursă, iar celelalte componente sunt alimentate prin regulatorul de tensiune.

În viitor se propune completarea algoritmului pentru a face sistemul complet funcțional din punct de vedere al manipulării acumulatorului, și se vor extinde cercetările asupra monitorizării acumulatorului în timpul încărcării pentru a proteja acumulatorul la supratensiune, supraîncărcare și temperaturi nefavorabile, precum și pentru a calcula durata de viață a bateriei în funcție de ciclurile de încărcare precedente. Se propune și proiectarea unor repere care să permită integrarea într-un mod compact a componentelor electrice și legăturile acestora

4. Bibliografie

- [1]. GÂRBAȘ Emanuel, GHEORGHE Marius Ionuț, MARCU Anamaria Liliana, SAPADIN Iasmin, ȘOPALCĂ Andrei, “*STAȚIE DE ÎNCĂRCARE ȘI SCHIMBAREA ACUMULATORILOR VEHICULELOR AUTONOME*”, Lucrare de disertație (2021);
- [2]. *** Ghidaj liniar acționat de motor pas cu pas;
- [3]. *** <https://www.progressiveautomations.com/products/mini-linear-actuator?variant=18277278351427>;
- [4]. *** Electromagneți;
- [5]. *** Cursul de Mașini și acționări electrice, Ioan Dragos DEACONU
- [6]. *** <https://www.robofun.ro/platforme-de-dezvoltare/arduino-uno-r3.html>;
- [7]. *** <https://www.amazon.com/Transformer-MKASYON-Switching-Converter-Security/dp/B07GFD3FQ4>;
- [8]. *** <https://www.robofun.ro/regulator-step-down/regulator-step-down-12v-15a-d24v150f12.html>;
- [9]. *** <https://www.fuyumotion.com/nema23-stepper-motor-driver-for-fuyu-linear-motion-guide.html>;
- [10]. *** https://ardushop.ro/ro/electronica/342-punte-h-de-putere-30a-vnh2sp30.html?search_query=punte+&results=10;
- [11]. *** https://ardushop.ro/ro/electronica/85-punte-h-h-bridge-v115-pentru-motoare-dc.html?search_query=punte&results=10;
- [12]. *** https://ardushop.ro/en/electronics/981-v-156-1c25-limit-switch.html?search_query=switch&results=82;