

# ROBOT AUTONOM DE STINGERE A INCENDIILOR

Universitatea Tehnică Cluj-Napoca  
Mociar Maria Dalia, Calculatoare Română  
Anul II, Seria B, Grupa 30228  
telefon Contact: 0757266484



# Cuprins:

1. Lista de abreviațiuni și simbolurile utilizate în lucrare .....	3
2. Introducere .....	4
3. Descrierea realizării .....	5
3.1 Principiul funcțional .....	5
3.2 Schema electrică – conexiuni .....	6
3.3 Probleme nerezolvate .....	8
3.4 Observații privind rezultatele obținute .....	9
4. Concluzii privind utilitatea practică a lucrării și aspecte economice .....	10
5. Lista referințelor bibliografice .....	11
6. Anexa: Rezultate experimentale .....	12

## 1. Lista de abreviații și simbolurile utilizate în lucrare:

Prescurtare / Simbol	Semnificație
Arduino UNO	Placă de dezvoltare microcontroler pentru proiecte electronice
DC	Curent continuu (Direct Current)
IR	Infraroșu, utilizat pentru senzorii de flacără
HC-SR04	Senzor ultrasonic pentru măsurarea distanței
PWM	Pulse Width Modulation – modulație în lățimea impulsului pentru controlul vitezei motoarelor sau poziției servomotorului
L298N	Modul driver pentru motoare DC, permite controlul direcției și vitezei
SG90	Servomotor standard pentru mișcare precisă a jetului de apă
RELAY	Modul releu, folosit pentru a comanda pompa de apă
VCC	Tensiune pozitivă de alimentare
GND	Masă sau împământare a circuitului
AO / A0, A1, A2	Intrări analogice de pe Arduino folosite pentru citirea senzorilor de flacără
TRIG / ECHO	Pini de control și recepție pentru senzorul ultrasonic HC-SR04
STOP_DISTANCE	Distanța la care robotul se oprește față de flacără (în cm)
FIRE_DETECTED_THRESH OLD	Pragul de detecție pentru senzorii de flacără (valoare analogică)
ON / OFF	Stare activă sau inactivă a componentelor, cum ar fi pompa sau motoarele

## 2. Introducerea:

- **Justificarea abordării temei:**

Am ales această temă deoarece domeniul intervențiilor de urgență și al siguranței publice reprezintă un subiect de interes major în societatea actuală. Incendiile constituie un pericol real, atât pentru bunurile materiale, cât și pentru viețile omenești, iar intervenția rapidă este esențială pentru limitarea pagubelor. Utilizarea roboților autonomi în stingerea incendiilor oferă un nivel sporit de siguranță, deoarece aceștia pot acționa în medii periculoase în care prezența umană ar implica riscuri semnificative, precum explozii, temperaturi ridicate, fum dens sau prăbușiri de structuri. Prin înlocuirea sau sprijinirea intervenției umane cu sisteme automate, se reduce expunerea personalului de intervenție la situații critice.

- **Importanța și actualitatea temei:**

Tema aleasă este deosebit de importantă și actuală deoarece incendiile reprezintă un risc constant în mediul urban și industrial. Sistemele autonome permit o reacție rapidă, reducând riscul pentru oameni și limitând pagubele materiale. Implementarea roboților pentru stingerea incendiilor se aliniază cu tendințele moderne în tehnologie, unde automatizarea și inteligența artificială sunt aplicate pentru creșterea siguranței și eficienței în domeniul protecției civile și al intervențiilor de urgență.

- **Originalitatea și aplicabilitatea lucrării:**

Lucrarea este originală prin combinarea mai multor tehnologii: senzori de flacără, senzori ultrasonici, motoare DC controlate de un driver L298N, un releu pentru pompa de apă și un servomotor pentru orientarea jetului. Robotul este capabil să detecteze focul, să se deplaseze autonom și să intervină prin stingerea flăcărilor. Proiectul are aplicabilitate educațională și practică, fiind o bază solidă pentru dezvoltări viitoare în domeniul roboților de intervenție, oferind în același timp o alternativă sigură pentru situațiile reale de risc.

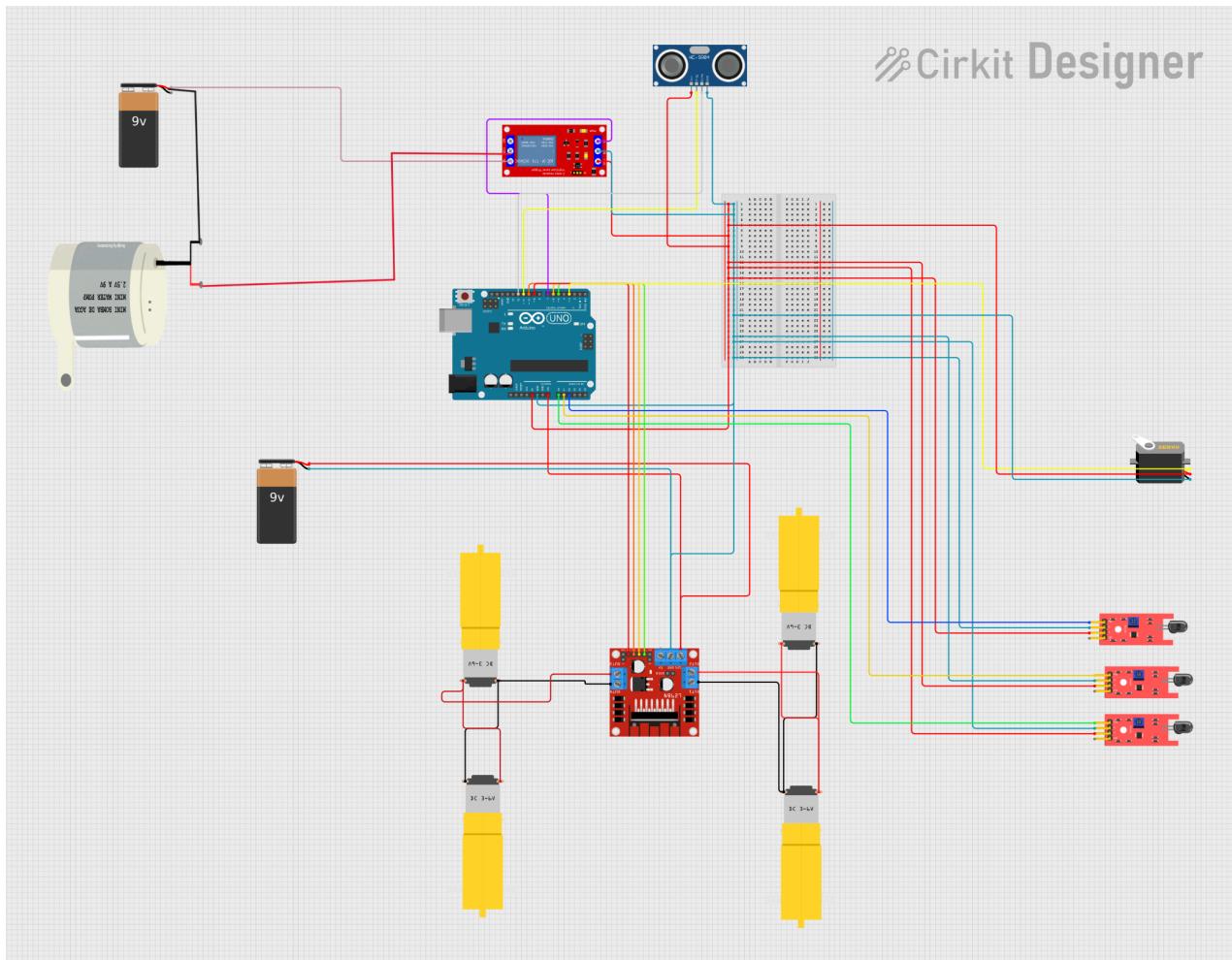
### 3. Descrierea realizării:

- **Principiul funcțional:**

Robotul de stingere a incendiilor funcționează pe baza detectării flăcărilor cu ajutorul senzorilor IR de flacără. Aceștia transmit valori analogice către placa Arduino, iar atunci când valoarea scade sub un prag prestabilit (300), se consideră că focul a fost detectat.

Pe baza acestor date, Arduino comandă motoarele DC prin intermediul driverului L298N, astfel încât robotul să se deplaseze în direcția flăcării. Distanța față de sursa de foc sau obstacole este măsurată cu ajutorul senzorului ultrasonic. Când robotul ajunge la o distanță sigură (30 cm), motoarele se opresc, iar pompa de apă este activată prin releu pentru a stinge focul.

Un servomotor SG90 controlează orientarea jetului de apă stânga-dreapta pentru a acoperi o zonă mai largă. După terminarea procesului de stingere, servomotorul revine în poziția centrală.



## Schema electrică – conexiuni

### 1. Arduino UNO

- Pinii **A0, A1, A2** → conectați la **AO (Analog Output)** al senzorilor de flacără (stânga, centru, dreapta).
- Pin **11 (TRIG)** → conectat la TRIG-ul senzorului ultrasonic HC-SR04.
- Pin **12 (ECHO)** → conectat la ECHO-ul senzorului ultrasonic HC-SR04.
- Pin **3 (PWM)** → conectat la **servo SG90** pentru orientarea jetului de apă.
- Pin **7 (digital output)** → conectat la **releul pompei de apă** (active LOW).

### 2. Senzori de flacără (IR)

- **VCC** → +5V de la Arduino.
- **GND** → GND de la Arduino.
- **AO** → pinii analogici A0, A1, A2 de la Arduino.
- Dacă există DO, nu este folosit în acest proiect.

### 3. Senzor ultrasonic HC-SR04

- **VCC** → +5V de la Arduino.
- **GND** → GND de la Arduino.
- **TRIG** → pin digital 11 de la Arduino.
- **ECHO** → pin digital 12 de la Arduino.

### 4. Driver motoare L298N

- **IN1, IN2** → pini digitali Arduino pentru Motor stânga (de ex. 5 și 6).
- **IN3, IN4** → pini digitali Arduino pentru Motor dreapta (de ex. 9 și 10).
- **ENA, ENB** → PWM (optional) pentru reglarea vitezei motoarelor.

- **GND L298N** → GND Arduino.
- **VCC Motoare** → baterie externă (3.7V) pentru motoare.

## 5. Motoare DC

- Motor stânga → conectat la terminalele OUT1 și OUT2 de pe L298N.
- Motor dreapta → conectat la terminalele OUT3 și OUT4 de pe L298N.

## 6. Pompa de apă + releu

- **Releu**: un terminal de comandă → pin digital 7 Arduino.
- **Releu**: terminalele pentru alimentarea pompei → conectate la baterie externă + pompa.
- **Pompa** → contactele releului. Când releul este activat (LOW), pompa pornește.
- **GND comun** între Arduino și sursa releului/pompei (pentru referință de masă).

## 7. Servo SG90

- **VCC** → +5V Arduino (sau sursă externă dacă e consum mare).
- **GND** → GND Arduino.
- **Semnal** → pin digital 3 Arduino.

## **Probleme nerezolvate:**

- Sensibilitatea senzorilor de flacără la lumina ambientală:

Problemă: Senzorii de flacără pot detecta valori false în condiții de iluminare puternică sau reflectorizantă.

Motivare: Această limitare este inherentă senzorilor folosiți (IR simplu). Corectarea ar necesita senzor de flacără mai sofisticat, algoritmi de filtrare software sau calibrare periodică în funcție de mediu.

- Limitele de deplasare ale robotului:

Problemă: Robotul poate întâmpina dificultăți în mediile cu obstacole multiple sau cu suprafete denivelate.

Motivare: În versiunea actuală, algoritmul folosește doar un senzor ultrasonic frontal pentru evitarea coliziunilor, fără rutare avansată. Îmbunătățirea ar presupune adăugarea mai multor senzori sau algoritmi de navigație mai complexi.

- Oprirea inconsistentă a robotului la flacără

Problemă: Robotul nu se oprește întotdeauna la distanța prestabilită față de flacără. Uneori trece prea aproape sau rămâne prea departe.

Motivare: Acest comportament apare din cauza limitărilor senzorului ultrasonic și a algoritmului de control simplificat. Citirile pot fi afectate de consumul servo/pompa, reflexii ale suprafetei sau timpii de reacție din cod. Pentru o oprire mai precisă ar fi necesară filtrarea semnalului ultrasonic și ajustarea continuă a vitezei pe măsură ce robotul se apropie de foc.

## **Observații privind rezultatele obținute:**

- Robotul a demonstrat capacitatea de a detecta focul cu ajutorul senzorilor de flacără și de a se deplasa autonom în direcția acestuia.
- Sistemul de stingere a incendiului funcționează: pompa de apă pornește atunci când robotul ajunge la o distanță sigură față de flacără, iar jetul de apă acoperă zona dorită prin mișcarea servomotorului.
- Servomotorul permite orientarea jetului stânga-dreapta și revine în poziția centrală după stingere, ceea ce face robotul capabil să acopere mai bine flacără.
- Robotul se oprește eficient în fața flăcării în majoritatea cazurilor, însă citirile senzorului ultrasonic pot fi uneori afectate de consumul de curent al pompei și al servo-ului sau de reflexii ale suprafeței.
- Testele efectuate în condiții controlate au arătat că robotul poate interveni fără risc asupra mediului înconjurător sau asupra operatorului, oferind o alternativă sigură pentru stingerea incendiilor mici.
- Limitările constatate, precum oprirea inconsistentă și influența luminii ambientale asupra senzorilor, indică posibilități de îmbunătățire în versiuni viitoare, dar nu împiedică funcționarea de bază a sistemului.

## **4. Concluzii:**

### **Utilizarea practică:**

- Robotul realizat demonstrează că este posibilă automatizarea procesului de stingere a incendiilor mici, reducând riscurile pentru intervenția umană.
- Sistemul poate fi folosit în medii controlate, cum ar fi laboratoare, ateliere sau spații industriale unde există risc de incendiu, oferind un instrument educațional și demonstrativ.
- Prin integrarea senzorilor de flacără, a senzorului ultrasonic și a sistemului de pompe și servo, robotul este capabil să detecteze flăcările, să se apropie și să intervină autonom.
- În prezent, pe piață există deja variante mai avansate și profesionale de roboți pentru serviciile de incendii, utilizați de pompieri și echipe specializate, care pot stinge focul la distanță mai mare și în medii periculoase. Robotul realizat aici reprezintă o versiune simplificată, cu scop educațional și demonstrativ.
- Această aplicație poate fi extinsă în viitor pentru a include mai mulți senzori, rutare intelligentă și surse de apă mai puternice, crescând eficiența și aria de acțiune.

### **Aspecte economice:**

- Costurile realizării robotului sunt reduse comparativ cu echipamentele profesionale de stingere a incendiilor. Componentele utilizate (Arduino, senzori, motor, releu, servomotor) sunt accesibile și disponibile pe piață.
- Proiectul permite realizarea unui prototip funcțional la un buget modest, ceea ce îl face potrivit pentru scopuri educaționale, demonstrații sau cercetare în robotică.
- Costurile de întreținere sunt reduse, iar componentele pot fi înlocuite sau modernizate fără investiții majore.
- Implementarea unor sisteme similare la scară mai mare ar putea contribui la creșterea siguranței în spații industriale sau comerciale, cu investiții mult mai mici decât achiziția de echipamente profesionale.

## 5. Bibliografie:

- Don Wilcher  
How to Connect an Ultrasonic Sensor to an Arduino.  
<https://maker.pro/arduino/tutorial/how-to-connect-an-ultrasonic-sensor-to-an-arduino>
- Joanne Leung  
[How to use a relay module | Creative Technology Lab Wiki](#)
- lastminuteengineers  
[In-Depth: Interface L298N DC Motor Driver Module with Arduino](#)
- RoboRequest  
Fire Fighting Robot using Arduino | Full Project Tutorial | RoboRequest series.  
<https://youtu.be/6rAVhszhOGw>
- Saad Innovative Ideas  
DIY Fire Fighting Robot using Arduino | Auto Fire Chaser and Extinguisher.  
<https://www.youtube.com/watch?v=jsvAL9ogFBw>

## 6. Anexa: Rezultate experimentale:

În această anexă sunt prezentate câteva dintre valorile citite de senzorii robotului în timpul testelor efectuate. Valorile sunt preluate din **Serial Monitor** al Arduino IDE.

### **Legendă:**

- **L** – valoarea senzorului de flacără stânga (Left)
- **C** – valoarea senzorului de flacără centru (Center)
- **R** – valoarea senzorului de flacără dreapta (Right)
- **D** – distanța față de obstacol/flacără măsurată cu senzorul ultrasonic (cm)

### **Exemplu valori citite:**

<b>L (stânga)</b>	<b>C (centru)</b>	<b>R (dreapta)</b>	<b>D (cm)</b>
1010	1013	1016	30
1020	276	1020	17
1010	1020	1011	16
1018	1022	1015	17
1001	1020	1016	17
1011	230	1023	16
1020	1008	1008	18
1021	1014	160	19
1020	1020	1020	19
201	1023	1005	18

### **Observații din teste:**

- Robotul poate detecta flacără corespunzător, valorile senzorilor de flacără scăzând sub pragul de 300 atunci când focul este prezent.
- Distanța măsurată de senzorul ultrasonic variază între 10–50 cm, în funcție de apropierea robotului de sursa de foc.
- Citirile pot fi influențate de lumina ambientală și de reflexii ale suprafeței, dar funcționarea generală a robotului este stabilă.