
Documentul de specificare a cerințelor Software Requirements Specification (SRS) Document

*< Sistem mobil de control bazat pe microcontroler pentru
controlul stingerea incendiilor >*

<Jamous Mikel>

Istoricul versiunilor

Versiune	Autor(i) principali	Descriere versiune	Data

Revizuri și aprobări

Istoric aprobări

Aprobă	Versiune	Semnătură	Data

Istoric revizui

Revizor	Versiune	Semnătură	Data

Cuprins

1-Introducere.....	3
1.1 Scopul.....	3
1.2 Convenții ale documentului.....	3
1.3 Audiență țintă.....	3
1.4 Sfera de aplicare.....	3
2-Descriere generală.....	3
2.1 Perspectiva produsului.....	3
2.2 Caracteristici ale produsului.....	3
2.3 Clase și caracteristici ale utilizatorilor.....	4
2.4 Mediul de operare.....	4
2.5 Constrângeri de proiectare și de implementare.....	4
2.6 Presupuneri și dependențe.....	4
3-Cerințele sistemului.....	5
3.1 Funcționalitatea 1 – Detecția și navigarea autonomă.....	5
3.1.1 Descriere generală.....	5
3.1.2 Flux de interacțiune.....	5
3.1.3 Condiții prealabile și constrângeri.....	5
3.1.4 Cerințe funcționale detaliate.....	5
3.2 Funcționalitatea 2 – Stingerea incendiului.....	5
3.2.1 Descriere generală.....	5
3.2.2 Flux de interacțiune.....	6
3.2.3 Cerințe funcționale detaliate.....	6
3.3 Funcționalitatea 3 – Modul manual și comunicare cu operatorul.....	6
3.3.1 Descriere generală.....	6
3.3.2 Flux de interacțiune.....	6
3.3.3 Cerințe funcționale detaliate.....	6
4-Cerințe pentru interfețe.....	7
4.1 Interfețe cu utilizatorul.....	7
4.2 Interfețe hardware.....	7
4.2.1 Configurații Minime Recomandate.....	7
4.2.2 Dispozitive Externe Compatibile.....	7
4.3 Interfețe de comunicare.....	7
4.3.1 Protocoale și Standarde de Comunicare.....	7
4.3.2 Cerințe de Securitate în Comunicare.....	7
4.4 Interfețe software.....	8
4.4.1 Tehnologii Utilizate.....	8
5-Cerințe non-funcționale.....	8
5.1 Cerințe de performanță.....	8
5.2 Cerințe de siguranță.....	8
5.3 Cerințe de securitate.....	8
5.4 Atribute de calitate ale software-ului.....	8
6-Anexe.....	9
6.1 Diagrama cazurilor de utilizare.....	9
6.2 Diagrama de secvență.....	9

1. Introducere

1.1 Scopul

Scopul acestui document este de a defini specificațiile tehnice și funcționale ale unui robot autonom de stingere a incendiilor. Acest sistem are rolul de a detecta focul prin intermediul senzorilor de flacără, de a naviga autonom către sursă și de a acționa mecanic o pompă pentru stingerea acestuia. Documentul va servi ca bază pentru dezvoltare, testare și validare.

1.2 Convenții ale documentului

În acest document, termeni tehnici precum “ESP32”, “Arduino Mega 2560” sau “HC-SR04” vor fi folosiți fără explicații suplimentare, fiind considerați cunoscuți de către cititorii tehnici. Termenii “robot”, “sistem”, “aplicație” se referă la ansamblul hardware și software proiectat.

1.3 Audiență țintă

Acest document este destinat dezvoltatorilor, evaluatorilor și cadrelor universitare care analizează proiectul de licență. De asemenea, poate fi folosit de alți studenți sau specialiști care doresc să înțeleagă arhitectura și funcționalitatea sistemului robotizat. Documentul oferă suficiente detalii atât pentru părțile tehnice, cât și pentru cele de management de proiect.

1.4 Sfera de aplicare

Robotul de stingere a incendiilor este destinat scenariilor de detecție și intervenție în spații închise de dimensiuni reduse. Scopul este educativ și demonstrativ, dar poate fi adaptat pentru prototipuri industriale. Sistemul combină hardware (senzori, controlere, actuatori) cu software de control și feedback, fiind un proiect integrat de robotică.

2 Descriere generală

2.1 Perspectiva produsului

Robotul de stingere a incendiilor este un sistem autonom integrat, proiectat pentru a detecta și interveni asupra focului într-un mediu controlat. Acesta este compus dintr-o platformă hardware mobilă controlată de Arduino Mega 2560, cu interfață wireless ESP32, senzorică de detecție (flacără, ultrasonic) și un mecanism activ de stingere (pompă + servomotor). Proiectul este realizat de un singur dezvoltator și urmărește demonstrarea unui ciclu complet de viață software-hardware, într-un cadru educațional.

2.2 Caracteristici ale produsului

- Detectarea direcției și prezenței unei flăcări folosind 3 senzori de flacără (AO + DO)
- Navigare autonomă cu evitare de obstacole, bazată pe senzor ultrasonic montat pe servomotor

- Activarea pompei și rotirea duzei la apropierea de sursa focului
Moduri de funcționare: manual (controlat de operator) sau autonom
- Feedback transmis prin ESP32 către interfața operatorului
- Posibilitatea de configurare și testare modulară

2.3 Clase și caracteristici ale utilizatorilor

Sistemul este operat de un singur utilizator (Operator), care are acces la următoarele funcționalități:

- Pornirea/oprirea robotului
- Comutarea între moduri (autonom/manual)
- Monitorizarea statusului în timp real
- Controlul direct al pompei și motoarelor în modul manual

Utilizatorul nu necesită cunoștințe de programare, dar trebuie să înțeleagă principiile de bază ale funcționării sistemului.

2.4 Mediul de operare

Sistemul este proiectat să funcționeze în spații interioare, pe o platformă plană. Se presupune că nu există fum dens sau obstacole în mișcare rapidă. Comunicarea wireless se face prin Wi-Fi (ESP32) la o distanță de maxim 15 metri. Robotul este alimentat de 2 baterii Li-ion 3.7V conectate în serie, cu reglaj prin modul LM2596.

2.5 Constrângeri de proiectare și de implementare

- Limitarea alimentării electrice: 7.4V total, cu conversii locale
- Greutate și dimensiune reduse pentru mobilitate
- ESP32 folosit exclusiv pentru comunicare, fără logica de control
- Timpul de execuție limitat de autonomia bateriilor
- Toate componentele trebuie să fie compatibile cu platforma Arduino

2.6 Presupuneri și dependențe

- Sistemul este folosit într-un mediu iluminat, fără interferențe IR majore
- Operatorul are acces la o rețea Wi-Fi pentru feedback
- Codul este scris și testat în Arduino IDE
- Senzorii sunt montați corect și calibrările sunt efectuate înainte de pornire

3 Cerințele sistemului

3.1 Funcționalitatea 1: Detecția și navigarea autonomă

3.1.1 Descriere generală

Această funcționalitate permite robotului să scaneze mediul, să detecteze direcția focului și să navigheze autonom către sursă. Se activează în modul autonom și este gestionată integral de Arduino pe baza senzorilor de flacără și ultrasonic.

3.1.2 Flux de interacțiune (scenarii de utilizare)

- Operatorul pornește sistemul →
- ESP32 trimite comanda către Arduino →
- Arduino activează senzorii și determină poziția flăcării →
- Se execută rotații pentru scanare →
- Dacă sunt detectate obstacole, se evită →
- Robotul se deplasează către foc

3.1.3 Condiții prealabile și constrângeri

- Bateria trebuie să fie încărcată
- Suprafața trebuie să fie plană
- Senzorii trebuie să fie calibrați și funcționali

3.1.4 Cerințe funcționale detaliate

Cerință	Descriere	Prioritate	Criterii de acceptanță
REQ-1	Sistemul trebuie să detecteze flacăra și direcția acesteia	Ridicată	LED sau semnal activat dacă flacăra e detectată
REQ-2	Robotul trebuie să evite obstacole în timpul deplasării	Ridicată	Nu intră în coliziune
REQ-3	Robotul trebuie să se apropie de foc până la distanță minimă definită	Ridicată	Poziționare corectă în fața sursei

3.2 Funcționalitatea 2: Stingerea incendiului

3.2.1 Descriere generală

După ce robotul s-a apropiat de sursa focului, sistemul acționează automat o duză mobilă și o pompă de apă pentru a stinge focul. Această acțiune este autonomă și reprezintă finalul ciclului de intervenție.

3.2.2 Flux de interacțiune

- Arduino detectează că robotul este în fața focului
- Se rotește duza spre direcția optimă
- Pompa de apă este pornită timp de N secunde
- Se confirmă acțiunea și se trimite statusul către operator

3.2.3 Cerințe funcționale detaliate

Cerință	Descriere	Prioritate	Criteriu de acceptanță
REQ-4	Robotul trebuie să rotească duza spre flacăra	Medie	Servo duza acționat corect
REQ-5	Pompa trebuie să pornească automat la detectarea focului apropiat	Ridicată	Apa este pulverizată
REQ-6	Sistemul trebuie să trimită un mesaj de finalizare prin ESP32	Medie	Status recepționat pe consolă/operator

3.3 Funcționalitatea 3: Modul manual și comunicare cu operatorul

3.3.1 Descriere generală

Sistemul permite operatorului să preia controlul manual al robotului, să activeze pompa, să controleze mișcarea și să comute între moduri. De asemenea, robotul transmite constant date de status prin modulul ESP32.

3.3.2 Flux de interacțiune

- Operatorul accesează interfața sau trimite comenzi prin ESP32
- Poate comuta robotul pe modul manual
- În modul manual, fiecare componentă (pompa, motoarele) poate fi controlată individual
- Datele despre stare sunt afișate în consolă sau pe interfață

3.3.3 Cerințe funcționale detaliate

Cerință	Descriere	Prioritate	Criteriu de acceptanță
REQ-7	Sistemul trebuie să permită comutarea între modul manual și autonom	Ridicată	Robotul răspunde corect la schimbare
REQ-8	Operatorul poate activa pompa și direcția manual	Medie	Controlul funcționează în timp real
REQ-9	ESP32 trebuie să transmită constant statusul robotului	Ridicată	Date vizibile în consolă/operator

4 Cerințe pentru interfețe

4.1 Interfețe cu utilizatorul

Robotul este controlat de un singur operator, care interacționează cu sistemul printr-o interfață serială sau aplicație mobilă conectată prin Wi-Fi (ESP32). Nu există o interfață grafică completă, însă comenzile și feedback-ul sunt gestionate prin mesaje text.

Elemente disponibile pentru utilizator:

- Pornire/oprire robot
- Comutare între moduri (manual/autonom)
- Activare manuală pompe/motoare
- Vizualizare status robot (mod curent, distanță, foc detectat)

4.2 Interfețe hardware

4.2.1 Configurații Minime Recomandate

- Microcontroller: Arduino Mega 2560
- Wireless: ESP32 (ESP-WROOM-32)
- Alimentare: 2 baterii Li-ion 3.7V, în serie (7.4V total)
- Convertor tensiune: LM2596 Buck Converter

4.2.2 Dispozitive Externe Compatibile

- Senzori: 3x Flame Sensors (AO + DO), HC-SR04 ultrasonic
- Actuatori: 4x motoare DC (4WD), 2x servomotoare SG90
- Pompă: 3-5V DC Water Pump
- Sistem de control electric: L298N Driver + tranzistor + diodă pentru pompă

4.3 Interfețe de comunicare

4.3.1 Protocoale și Standarde de Comunicare

- Serial UART – pentru comunicarea internă între Arduino și ESP32
- Wi-Fi (802.11) – comunicare wireless între ESP32 și aplicația operatorului
- Protocol personalizat – schimb de comenzi prin mesaje text simple (ex: „start”, „mode=manual”, „pump=on”)

4.3.2 Cerințe de Securitate în Comunicare

- ESP32 poate fi configurat să opereze într-o rețea WPA2
- Datele pot fi criptate prin TLS dacă se integrează o interfață de nivel superior (opțional)
- Comenzile primite sunt validate intern pentru a preveni declanșări neintenționate

4.4 Interfețe software

4.4.1 Tehnologii Utilizate

- **Arduino IDE** – pentru scrierea și încărcarea codului C++ în Arduino
- **ESP32 (PlatformIO / Arduino)** – cod C++ cu biblioteci de rețea pentru comunicare
- **Serial Monitor / Web Console (opțional)** – pentru testare și debugging

5 Cerințe non-funcționale

5.1 Cerințe de performanță

- Sistemul trebuie să răspundă la comenzi în maxim **1 secundă** în modul manual.
- În modul autonom, robotul trebuie să reacționeze la detecția flăcării în maxim **500 ms**.
- Timpul de răspuns pentru evitarea unui obstacol nu trebuie să depășească **200 ms**.
- Pompa trebuie să rămână activă pentru un interval configurabil (implicit 5 secunde).
- Comunicarea Wi-Fi trebuie să suporte o rată minimă de **1 mesaj / secundă** între robot și operator.

5.2 Cerințe de siguranță

- Sistemul trebuie să includă o funcție de **oprire de urgență** activabilă de operator.
- Pompa și motoarele trebuie să fie dezactivate automat dacă bateria scade sub un prag critic ($<6.0V$).
- Componentele hardware trebuie să fie protejate împotriva scurtcircuitelor (inclus diode, tranzistor, protecție termică).
- Focul folosit în testare trebuie să fie de dimensiuni reduse și controlat în mediu închis.

5.3 Cerințe de securitate

- Accesul la controlul robotului prin ESP32 trebuie să fie restricționat la rețele Wi-Fi de încredere.
- Comunicarea poate fi extinsă cu protocoale de criptare (TLS) dacă se dezvoltă o aplicație client.
- Sistemul trebuie să ignore comenzi invalide sau venite de la surse neautorizate.
- Nu se stochează date sensibile local sau în rețea.

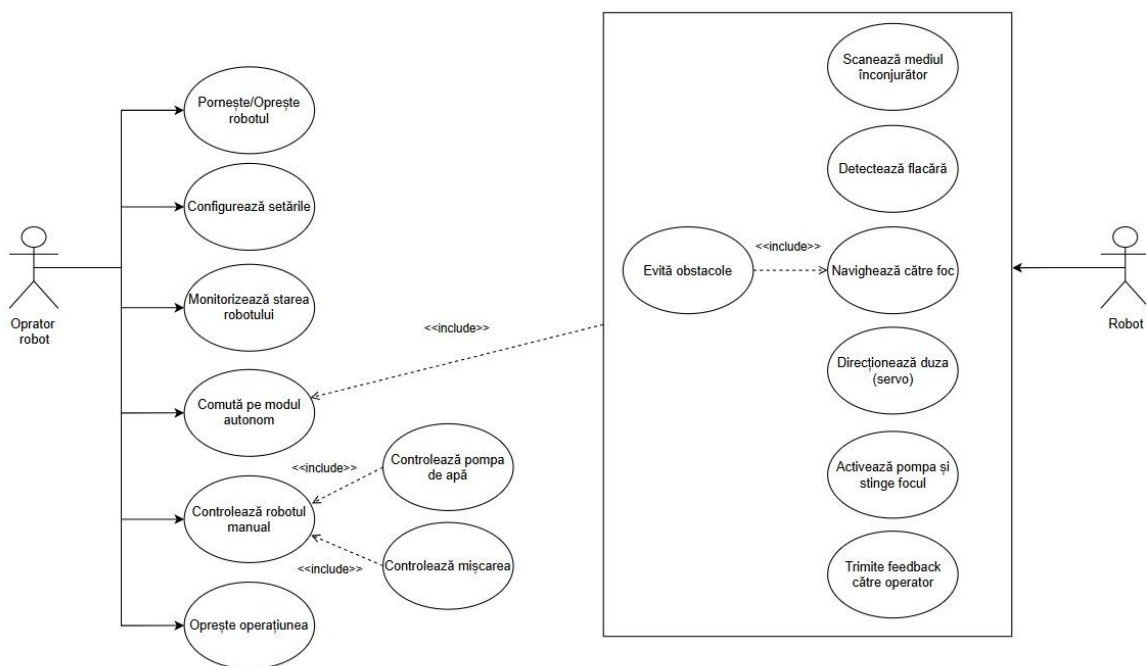
5.4 Atribute de calitate ale software-ului

- **Fiabilitate:** sistemul trebuie să funcționeze fără întreruperi în sesiuni de minim 20 minute.
- **Portabilitate:** poate fi adaptat pe alte plăci de dezvoltare cu mici ajustări (ex: ESP8266, STM32).

- **Usabilitate:** comenzile sunt simple, textuale, și pot fi emise de pe orice terminal mobil/desktop.
- **Extensibilitate:** sistemul este modular – se pot adăuga senzori sau alte funcționalități fără a rescrie codul principal.
- **Ușor de întreținut:** codul este comentat și organizat în funcții dedicate pentru fiecare componentă.

6 Anexe

6.1 Diagrama cazurilor de utilizare



6.2 Diagrama de secvență

