**Software Requirements Specification**

**(SRS) Document**

**Crearea și implementarea unui sistem automat de tip dronă pentru situații de urgență**

**16.02.2024**

**1.0**

|  |
| --- |
| **Cuprins** |

[1. Introducere 2](#_Toc159317952)

[1.1 Scopul 2](#_Toc159317953)

[1.2 Convenții ale documentului 2](#_Toc159317954)

[1.3 Audiență țintă 3](#_Toc159317955)

[1.4 Sfera de aplicare 3](#_Toc159317956)

[2 Descriere generală 4](#_Toc159317958)

[2.1 Perspectiva produsului 4](#_Toc159317959)

[2.2 Mediul de operare 4](#_Toc159317960)

[2.3 Constrângeri de operare și implementare 4](#_Toc159317961)

[3 Cerințele sistemului 4](#_Toc159317965)

[3.1 Controlul și stabilitatea zborului 4](#_Toc159317966)

[3.2 Funcționarea corectă a componentelor 4](#_Toc159317970)

[3.3 Construcția și designul dronei.... 5](#_Toc159317971)

3.4 Navigarea și evitarea obstacolelor....................................................................................... 5

3.5 Integrarea și comunicarea.................................................................................................... 5

3.6 Transportul autonom al mărfurilor ușoare........................................................................... 5

[4 Cerințe non-funcționale 5](#_Toc159317977)

[4.1 Cerințe de performanță 5](#_Toc159317978)

[4.2 Cerințe de siguranță 6](#_Toc159317979)

[4.3 Cerințe de securitate 6](#_Toc159317980)

# Introducere

## Scopul

Scopul acestui proiect este acela de a dezvolta o dronă autonomă cu funcționalități extinse, pregătită pentru a fi utilizată în situații de urgență.

## Convenții ale documentului

* **Dronă**: Un vehicul fără pilot uman la bord, care poate fi controlat la distanță sau autonom, folosit în general pentru fotografiere aeriană, filmare sau alte aplicații comerciale și recreative.
* **Pilot**: Persoană responsabilă pentru controlul și navigarea unei drone sau al unui alt vehicul aeronautic fără pilot uman la bord, folosind un Radio Controller sau alte dispozitive de control la distanță.
* **First Person View (FPV)**: Tehnologie care permite pilotului să vadă în timp real imaginea captată de dronă prin intermediul unei camere video montate pe dronă, folosind o pereche de ochelari sau un ecran.
* **Autonom**: Capacitatea dronelor de a opera fără intervenția umană directă, bazată pe programare sau inteligență artificială.
* **Zbor**: Mișcarea controlată și direcționată a unei drone în aer.
* **Radio Controller (RC)**: Dispozitivul folosit de operator pentru a controla mișcările și funcțiile dronei, inclusiv direcția, altitudinea și funcțiile camerei.
* **Flight Controller (FC)**: Componenta electronică centrală a dronelor, care procesează informațiile de la senzori și de la RC pentru a controla și stabiliza zborul dronelor.
* **Transmițător (TX)**: Dispozitivul folosit pentru a transmite semnalele de control de la RC la dronă.
* **Receptor (RX)**: Dispozitivul de pe dronă care primește semnalele de la TX și le convertește în acțiuni specifice, transmise apoi la Flight Controller.
* **Electronic Speed Controller (ESC)**: Dispozitivul electronic care controlează viteza și direcția motoarelor dronei, în funcție de semnalele primite de la Flight Controller.
* **Motoare**: Componentele electrice care propulsează drona, generând forța necesară pentru zbor.
* **Elice**: Componentele rotative montate pe motoarele dronei care generează tracțiunea necesară pentru zbor.
* **Cameră FPV**: Dispozitivul montat pe dronă pentru captarea imaginilor video sau foto, care poate fi folosit pentru fotografiere aeriană sau filmare.
* **Video Transmitter (VTX)**: Dispozitivul care transmite semnalul video captat de camera dronă către FPV Goggles sau alt dispozitiv de vizualizare.
* **FPV Goggles**: Ochelari speciali cu ecrane integrate pentru vizualizarea în timp real a imaginii video transmise de dronă prin camera FPV.
* **Baterie**: Un dispozitiv electrochimic care converteste energia stocată chimic în energie electrică, folosit pentru a alimenta diverse echipamente și dispozitive.
* **Raspberry Pi**: Un mini-computer de dimensiuni reduse, cu o arhitectură bazată pe un singur circuit integrat, folosit într-o varietate de proiecte și aplicații informatice, cunoscut pentru flexibilitatea și versatilitatea sa în domeniul programării și al proiectelor electronice.
* **UPS (Uninterruptible Power Supply)**: Dispozitiv electric care furnizează energie electrică temporară în caz de întrerupere sau fluctuații ale alimentării electrice, asigurând astfel funcționarea continuă și neîntreruptă a echipamentelor conectate.
* **Home Station**: Computerul sau stația de control de la care operatorul controlează și monitorizează drona.
* **Telemetrie**: Procesul de colectare, măsurare și transmitere a datelor în timp real între un dispozitiv și un punct de control sau monitorizare, furnizând informații despre starea, performanța și comportamentul dispozitivului în funcție de parametrii specificați.
* **GPS (Global Positioning System)**: Sistem de navigație prin satelit care furnizează informații despre poziția geografică, timp și altitudine, utilizat într-o varietate de aplicații, inclusiv navigație, cartografie, monitorizare și localizare.
* **Printare 3D**: Tehnologia de fabricație aditivă care permite crearea de obiecte tridimensionale prin depunerea succesivă a materialului, în straturi, sub controlul unui model digital.

## Audiență țintă

Proiectul se adresează instituțiilor și organizațiilor care au ca obiectiv realizarea misiunilor de salvare, de intervenție umanitară, sau de cercetare, drona având capacitatea de a pătrunde în locuri restrânse sau potențial periculoase pentru om (spații înguste, zone cu scurgeri de gaze, zone radioactive).

## Sfera de aplicare

Proiectul își propune să dezvolte soluții tehnologice avansate și inovative în domeniul dronelor. Avantajele proiectului includ îmbunătățirea eficienței operaționale prin modalitatea autonomă de zbor și a sistemului de evitare a obstacolelor, oferirea de soluții de monitorizare în timp real în medii periculoase și posibilitatea de a efectua livrări automate și sigure de mărfuri ușoare (de exemplu, o trusă medicală) prin intermediul unui carlig static montat în partea de jos a dronei.

Ca domenii de exploatare, proiectul poate fi utilizat pentru:

* **monitorizare și securitate**: monitorizarea zonelor greu accesibile sau potențial periculoase, cum ar fi zonele afectate de dezastre naturale, incendii, scurgeri de substanțe periculoase sau zone radioactive. Astfel, se pot colecta informații vitale, fără a expune utilizatorii la riscuri;
* **logistică și livrări**: efectuarea de livrări rapide și eficiente în zonele urbane sau rurale, inclusiv transportul de echipamente medicale de urgență, truse de prim ajutor sau alte mărfuri de importanță semnificativă.
* **agricultură și silvicultură**: inspectarea culturilor, monitorizarea recoltelor și a stării terenurilor agricole, identificarea zonelor cu probleme sau cu dăunători și aplicarea tratamentelor necesare;
* **cercetare și explorare**: colectarea de date și imagini în zonele izolate sau greu accesibile pentru cercetare științifică, explorare geologică sau observație ecologică.

# Descriere generală

## Perspectiva produsului

Drona este concepută pentru a oferi o soluție de transport autonomă și sigură, pentru obiecte de dimensiuni mici, în medii și condiții diverse.

## Mediul de operare

Drona este proiectată pentru a fi operată într-o varietate de medii și condiții, atât favorabile cât și nefavorabile. Drona poate zbura atât în exterior, în zone libere, dar și în interior sau în spații restrânse. Controlul dronei se realizează fie manual, folosind un Joystick de tip Radio Controller, fie automat, în funcție de semnalul primit de la senzorii ultrasonici și de coordonatele GPS.

## Constrângeri de proiectare și de implementare

Din punct de vedere hardware, limitările de timp și de memorie ale hardware-ului dronei, în special ale Raspberry Pi-ului, pot reprezenta o provocare în dezvoltarea software-ului, necesitând optimizări și ajustări pentru a asigura performanța și eficiența sistemului.

Din punct de vedere software, citirea datelor de la senzorii ultrasonici și interpreatarea acestora trebuie să se realizeze printr-un algoritm foarte eficient și sigur, astfel încât erorile de calcul sau de citire să fie evitate pe cât posibil.

De asemenea, trebuie respectate reglementările și politicile legislative locale și internaționale privind utilizarea și operaționalizarea dronelor și a tehnologiei de monitorizare.

# Cerințele sistemului

## Controlul și stabilitatea zborului

Realizarea zborului într-un mod corect, echilibrat, astfel încât drona să poată zbura și să-și poată păstra altitudinea. Flight Controller-ul trebuie să funcționeze în mod corespunzător și să mențină echilibrul dronei. Drona trebuie să își poată menține altitudinea cu ajutorul senzorilor ultrasonici (cel superior și cel inferior).

## Funcționarea corectă a componentelor

Motoarele trebuie să funcționeze în mod corespunzător și toate trebuie să fie operaționale.

Elicele trebuie să nu aibă deformații, astfel încât drona să nu piardă din tracțiunea unui motor.

Drona trebuie să aibă un centru de greutate jos și la o distanță cât mai egală față de fiecare punct exterior al dronei.

GPS-ul trebuie să poată capta eficient semnalele și să fie precis.

Senzorii ultrasonici trebuie să funcționeze în mod corespunzător și să nu afișeze distanțe eronate.

## Construcția și designul dronei

Corpul dronei trebuie să fie suficient de rezistent (încât să îi confere dronei o rezistență la impact sporită), dar și ușor, în așa fel încât durata de viață a bateriei dronei să fie una cât mai mare. Componentele 3D trebuie să fie printate corect și să nu prezinte deformații sau imperfecțiuni structurale.

## Navigarea și evitarea obstacolelor

Drona trebuie să fie capabilă de zbor prin spații restrânse cu ajutorul senzorilor ultrasonici.

Algoritmul pentru zborul autonom se va baza pe o implementare secvențială a senzorilor ultrasonici, astfel încât la fiecare senzor, programul să aștepte intervalul maxim de timp ca sunetul să ajungă la un obiect, să lovească obiect și să se întoarcă înapoi la senzor, pentru a evita posibilele interferențe între senzori.

## Integrarea și comunicarea

Aplicația Mission Planner va fi instalată pe dispozitivul Home Station pentru planificarea rutelor GPS, vizualizarea în timp real a fluxului video de la camera FPV și monitorizarea parametrilor de telemetrie.

Raspberry Pi-ul va fi utilizat pentru procesarea datelor provenite de la senzorii ultrasonici și transformarea acestora în comenzi adecvate pentru Flight Controller, realizate prin intermediul limbajului de programare Python și transmise către FC cu ajutorul protocolului MavLink.

## Transportul autonom al mărfurilor ușoare

Drona va fi prevăzută cu un cârlig fix în partea de jos a corpului, capabil să transporte în siguranță mărfuri ușoare (ex: truse medicale) cu o greutate limitată până la câteva kilograme.

# Cerințe non-funcționale

## Cerințe de performanță

Drona trebuie să fie suficient de rapidă încât să poată ajunge în zonele critice într-un interval de timp cât mai scurt.

Totodată, motoarele trebuie să facă față greutății dronei, luând în calcul și greutatea mărfurilor transportate.  
Durata de viață a bateriilor, atât a bateriei care alimentează drona cât și a celei care alimentează Raspberry Pi-ul (sub forma unui UPS), trebuie să fie una cât mai mare, astfel încât drona să poată fi folosită pe perioade îndelungate de timp (minimum 10 minute de zbor), fără a necesita o reîncărcare sau un schimb de baterii (fapt care ar prelungi durata intervenției în cazul unei situații de urgență).

## Cerințe de siguranță

Drona trebuie operată doar de către persoanele avizate pentru pilotarea și utilizarea aparatelor de zbor fără pilot. Operatorul dronei trebuie să poată controla drona, indiferent de condițiile atmosferice la care aceasta este supusă (vizibilitate redusă, vânt, precipitații).  
În ceea ce privește corpul dronei, acesta este dotat cu inele protectoare care înconjoară fiecare elice. În acest mod, elicele nu vor suferi la un eventual impact cu un obiect solid, iar în cazul unui contact între dronă și o persoană, persoana în cauză va fi ferită de acțiunea directă a elicelor.

De asemenea, operatorul dronei trebuie să se asigure că bateriile dronei sunt încărcate complet înainte de a folosi drona, în special dacă acesta își propune să o folosească pe o perioadă îndelungată de timp.

În cazul transportului de mărfuri ușoare, operatorul dronei trebuie să se asigure că bunurile atașate de cârligul dronei sunt montate corespunzător, astfel încât acestea să nu fie pierdute pe parcursul zborului.

## Cerințe de securitate

Drona trebuie să fie mânuită doar de persoane avizate în operarea acesteia. Accesul fizic la dronă trebuie să fie restricționat, dat fiind faptul că cine are acces la dronă poate provoca distrugeri atât din punct de vedere hardware (defectarea componentelor sau a structurii dronei) cât și software (modificarea parametrilor de zbor ai dronei, instalarea/dezinstalarea de firmware-uri, modificarea permisiunilor, etc.)