**Sistemul de stabilizare si de control al unei drone pentru măsurarea parametrilor dintr-o încăpere**

**17.04.2024**

**UTCB,AIA,Anul 4**

**Trifu Andrei-Claudiu**

**Cuprins**

[1. Introducere 2](#_Toc164302092)

[1.1 Scopul 2](#_Toc164302093)

[1.2 Audiență țintă 2](#_Toc164302094)

[2 Descriere generală 3](#_Toc164302095)

[2.1 Perspectiva produsului 3](#_Toc164302096)

[2.2 Caracteristici ale produsului 3](#_Toc164302097)

[2.3 Clase și caracteristici ale utilizatorilor 3](#_Toc164302098)

[2.4 Mediul de operare 4](#_Toc164302099)

[2.5 Constrângeri de proiectare și de implementare 4](#_Toc164302100)

[3 Cerințele sistemului 4](#_Toc164302101)

[3.1 Funcționalitate 4](#_Toc164302102)

[3.1.1 Descriere și Prioritate 4](#_Toc164302103)

[3.1.2 Secvențe Stimul/Răspuns 5](#_Toc164302104)

[3.1.3 Cerințe Funcționale 6](#_Toc164302105)

[4 Cerințe pentru interfețe externe 6](#_Toc164302106)

[4.1 Interfețe cu utilizatorul 6](#_Toc164302107)

[4.2 Interfețe hardware 7](#_Toc164302108)

[4.2.1 Arduino R4 WiFi: 7](#_Toc164302109)

[4.2.2 SpeedyBee F405 V4 & BLS 55A 8](#_Toc164302110)

[4.2.3 Senzori de măsurare a mediului: 10](#_Toc164302111)

[4.2.4 Motorul SunnySky X2216 12](#_Toc164302112)

[4.2.5 Elici Master Airscrew 11x6: 13](#_Toc164302113)

[4.3 Interfata software 14](#_Toc164302114)

[5 Scenariu de utilizare 18](#_Toc164302115)

[6 Concluzii si dezvoltari ulterioare 19](#_Toc164302116)

[7 Bibliografie 20](#_Toc164302117)

# Introducere

## Scopul

Scopul proiectului "Dezvoltarea sistemului de stabilizare și control al unei drone pentru măsurarea parametrilor dintr-o încăpere" este de a crea un sistem eficient și versatil care să permită utilizatorului să monitorizeze și să controleze în mod precis o dronă în scopul colectării datelor dintr-o încăpere.

Prin utilizarea dronei echipate cu senzori pentru măsurarea parametrilor precum nivelul de dioxid de carbon, temperatura și umiditatea, proiectul își propune să ofere o soluție inovatoare pentru monitorizarea calității aerului și a condițiilor de mediu din interiorul unei încăperi.

## Audiență țintă

Audiența țintă ar include mai multe părți interesate, iar diferitele părți ale documentului ar fi destinate să satisfacă nevoile și cerințele specifice ale fiecărei categorii de cititori. Iată o listă a audienței țintă și părțile relevante ale documentului SRS pentru fiecare:

* Dezvoltatori:

Partea de Design software ar fi destinată dezvoltatorilor pentru a le oferi o înțelegere clară a modului în care componentele software ale sistemului trebuie să fie proiectate și implementate.

Secțiunea de Funcționare ar fi importantă pentru dezvoltatori pentru a înțelege cerințele de funcționare ale sistemului și pentru a le oferi o perspectivă asupra modului în care sistemul trebuie să interacționeze cu mediul înconjurător.

* Manageri de proiect:

Introducerea și Descrierea sistemului ar oferi managerilor de proiect o viziune de ansamblu a proiectului și a scopului său.

Secțiunile de Scopul proiectului și Concluzii și direcții viitoare ar fi utile pentru managerii de proiect pentru a înțelege obiectivele și rezultatele proiectului și pentru a planifica etapele viitoare.

* Testerii:

Secțiunea de Testare și validare ar fi dedicată testerilor pentru a le oferi instrucțiuni și criterii clare pentru testarea sistemului.

Anexele, care pot include documentație suplimentară și cod sursă, ar putea fi relevante pentru testerii care doresc să înțeleagă mai bine funcționarea sistemului și să identifice posibile probleme.

# Descriere generală

## Perspectiva produsului

Descrie contextul și originea produsului. Perspectiva proiectului ar putea fi evaluată din mai multe unghiuri, ținând cont de impactul și potențialul său în diferite domenii și contexte. Iată câteva perspective ale proiectului:

Tehnică: Din perspectivă tehnică, proiectul oferă o soluție inovatoare și versatilă pentru monitorizarea parametrilor dintr-o încăpere folosind o dronă. Integrarea senzorilor și a sistemului de control al dronei într-o singură platformă oferă o abordare eficientă și scalabilă pentru colectarea datelor în spații interioare.

Aplicativă: Din punct de vedere aplicativ, proiectul are potențialul de a fi utilizat într-o gamă largă de domenii, inclusiv monitorizarea calității aerului în clădiri comerciale, monitorizarea condițiilor de mediu în instituții de învățământ sau în sistemele de gestionare a energiei pentru optimizarea consumului.

Economică: Din perspectivă economică, proiectul ar putea aduce beneficii semnificative în reducerea costurilor asociate cu monitorizarea manuală a parametrilor dintr-o încăpere și în optimizarea utilizării resurselor în diverse medii.

Socială și de mediu: Din punct de vedere social și de mediu, proiectul poate contribui la îmbunătățirea sănătății și siguranței ocupanților clădirilor prin monitorizarea constantă a parametrilor de mediu. De asemenea, poate ajuta la reducerea impactului asupra mediului prin optimizarea utilizării resurselor și reducerea emisiilor de dioxid de carbon.

Viitoare: Perspectivele viitoare ale proiectului ar putea include extinderea funcționalităților sistemului pentru a permite monitorizarea și controlul în timp real în mai multe locații și pentru a integra tehnologii noi sau îmbunătățite pentru senzori, procesare de date și comunicații. De asemenea, proiectul ar putea fi adaptat pentru utilizarea în alte medii și aplicații, în funcție de cerințele și nevoile specifice.

## Caracteristici ale produsului

Software-ul are funcții de control al dronei, inclusiv decolare, aterizare și zbor automat, alături de monitorizarea precisă a parametrilor de mediu precum nivelul de dioxid de carbon, temperatura și umiditatea dintr-o încăpere. Aceste date sunt transmise eficient către o aplicație mobilă pentru vizualizare și analiză ulterioară. Pentru a asigura un zbor stabil și sigur în interiorul încăperilor, software-ul include funcții de stabilizare și siguranță, cum ar fi evitarea obstacolelor și revenirea automată la bază în caz de pierdere a semnalului. Interfața utilizator este intuitivă și ușor de utilizat, permițând utilizatorilor să controleze dronele și să vizualizeze datele într-un mod eficient și plăcut. Software-ul este optimizat pentru fiabilitate și performanță, funcționând în mod corespunzător în diverse condiții de mediu și configurări hardware.

## Clase și caracteristici ale utilizatorilor

Utilizatorii vizați pentru software-ul asociat acestui proiect pot fi împărțiți în mai multe categorii, inclusiv administratori sau dezvoltatori, utilizatori regulați cu diferite niveluri de expertiză tehnică și frecvență de utilizare, administratori de sistem și personal de suport tehnic. Aceste categorii reflectă diversitatea utilizatorilor și nivelurile lor diferite de acces și privilegii în sistem. De asemenea, utilizatorii mobili, care interacționează cu aplicația mobilă asociată pentru vizualizarea și analizarea datelor colectate, pot fi considerați o clasă distinctă. Clasificarea utilizatorilor în aceste categorii permite adaptarea funcționalităților și a privilegiilor software-ului în funcție de nevoile și nivelul de expertiză al fiecărui utilizator.

## Mediul de operare

Software-ul este proiectat să opereze pe platforma hardware specifică inclusă în drona utilizată pentru colectarea datelor din încăpere. Este compatibil cu sistemele de operare integrate pe această platformă hardware, precum și cu sistemele de operare suportate de Arduino Uno 4 WiFi și procesorul de stabilizare SpeedyBee. Aplicația mobilă asociată este compatibilă cu sistemele de operare mobile populare, cum ar fi iOS și Android, și funcționează fără conflicte pe aceste platforme. Software-ul este, de asemenea, compatibil și coexisă cu alte componente software și aplicații utilizate în ecosistemul de monitorizare și control al dronei, asigurând o integrare și interoperabilitate corespunzătoare.

## Constrângeri de proiectare și de implementare

Constrângerile de proiectare și implementare asociate cu acest software pot include politici sau reglementări legislative referitoare la colectarea și transmiterea datelor de mediu, care trebuie respectate pentru a asigura conformitatea legală. De asemenea, limitările hardware, cum ar fi cerințele de timp și memorie, pot reprezenta provocări în dezvoltarea software-ului, deoarece sistemul trebuie să funcționeze eficient pe platforma hardware specifică.

Considerațiile legate de securitate sunt esențiale, mai ales în ceea ce privește protecția datelor colectate și transmiterea acestora către aplicația mobilă asociată. Convențiile de proiectare și standardele de programare ar trebui să fie respectate pentru a asigura un cod de înaltă calitate și ușor de întreținut, iar dacă organizația clientului va fi responsabilă pentru întreținerea software-ului livrat, este necesară o colaborare strânsă și clarificarea responsabilităților.

# Cerințele sistemului

## Funcționalitate

O functionalitate a proiectului constă în colectarea datelor dintr-o încăpere sau spațiu deschis, inclusiv nivelul de dioxid de carbon din aer, temperatura și umiditatea acestuia, utilizând senzori specializați plasați strategic. Aceste date sunt înregistrate și transmise către sistemul de procesare pentru analiză ulterioară și sunt disponibile pentru utilizare în aplicația mobilă asociată. Această funcționalitate oferă utilizatorilor informații esențiale despre calitatea aerului din mediul lor, permițându-le să ia decizii informate pentru confortul și sănătatea lor.

### Descriere și Prioritate

**Descriere**: Sistemul de stabilizare automată este esențial pentru a asigura că drona rămâne stabilă în timpul zborului și că datele colectate sunt precise și relevante. Acesta folosește datele colectate de senzori pentru a ajusta automat poziția și orientarea dronei pentru a menține un zbor stabil și pentru a evita coliziunile. Stabilizarea automată este crucială pentru a asigura că drona poate efectua cu succes misiunile de colectare a datelor despre mediu.

**Beneficiu**: 9 - Stabilizarea automată asigură că datele colectate sunt precise și relevante, ceea ce îmbunătățește calitatea datelor și face posibile interpretări mai precise și utile.

**Penalizare**: 6 - Implementarea unui sistem de stabilizare automată poate aduce costuri suplimentare pentru achiziționarea de senzori și echipamente speciale, precum și pentru dezvoltarea și testarea sistemului.

**Cost**: 7 - Costurile de implementare și întreținere a unui sistem de stabilizare automată pot fi semnificative, inclusiv costurile pentru senzori, echipamente și dezvoltarea software-ului.

**Risc**: 8 - Există riscul ca sistemul de stabilizare automată să nu funcționeze corect, ceea ce poate duce la pierderea dronelor sau la date inexacte colectate despre mediu. Implementarea unor mecanisme de siguranță suplimentare este necesară pentru a minimiza acest risc.

**Recomandare**: Prioritatea ridicată a stabilizării automate este justificată de importanța acesteia în asigurarea unor date precise și relevante despre mediu. Se recomandă implementarea unui sistem de stabilizare automată și a unor mecanisme de siguranță suplimentare pentru a minimiza riscurile asociate și pentru a asigura că drona poate efectua cu succes misiunile de colectare a datelor.

### Secvențe Stimul/Răspuns

Secvențele de acțiuni ale utilizatorului și răspunsurile sistemului care stimulează comportamentul pentru caracteristica de stabilizare automată a dronei sunt detaliate mai jos:

**Pornește drona:**

* Utilizatorul inițiază zborul dronului și începe misiunea de colectare a datelor.
* Sistemul: Drona se pregătește pentru zbor și activează sistemul de stabilizare automată.

**Selectează parametrii de mediu**:

* Utilizatorul alege parametrii de mediu (CO2, temperatură, umiditate) pentru colectare.
* Sistemul: Începe colectarea datelor și transmite informații despre parametrii selectați către sistemul de stabilizare.

**Detectează schimbări în condițiile de zbor:**

* Senzorii dronului identifică schimbările în condițiile de zbor, cum ar fi vântul puternic sau turbulențele.
* Sistemul: Reacționează ajustând automat poziția și orientarea dronei pentru a menține un zbor stabil.

**Evită coliziuni:**

* Drona detectează obstacole sau alte drone în apropiere.
* Sistemul: Schimbă traiectoria dronelor pentru a evita coliziunile, utilizând sistemul de stabilizare automată.

**Confruntă dificultăți:**

* Drona întâmpină dificultăți, cum ar fi semnal GPS slab sau alte probleme tehnice.
* Sistemul: Activează sistemul de stabilizare automată pentru a compensa dificultățile și a menține zborul stabil.

**Pregătește aterizarea:**

* Drona se pregătește să aterizeze după finalizarea colectării datelor.
* Sistemul: Dezactivează treptat sistemul de stabilizare automată, permițând aterizarea sigură a dronei.

Aceste secvențe de acțiuni și răspunsuri ale sistemului sunt esențiale pentru a asigura că drona poate efectua cu succes misiunile de colectare a datelor despre mediu, menținând în același timp un zbor stabil și sigur.

### Cerințe Funcționale

Cerințele funcționale asociate caracteristicii de stabilizare automată a dronei sunt esențiale pentru a asigura funcționarea corectă și sigură a sistemului. Acestea includ:

Detectarea și răspunsul la schimbările condițiilor de zbor: Capabilitatea de a detecta schimbările în condițiile de zbor, cum ar fi vântul puternic sau turbulențele, și ajustarea automată a poziției și orientării dronei pentru a menține un zbor stabil.

Identificarea și evitarea obstacolelor și altor drone în apropiere: Identificarea obstacolelor și altor drone în apropiere și schimbarea traiectoriei dronelor pentru a evita coliziunile.

Menținerea unei poziții și orientări stabile în timpul zborului: Asigurarea unei poziții și orientări stabile a dronei în timpul zborului pentru a colecta date precise și relevante.

Compensarea dificultăților tehnice și de semnal: Corectarea dificultăților tehnice și de semnal, precum semnal GPS slab sau alte probleme, pentru a menține zborul stabil și sigur al dronei.

Activarea și dezactivarea sistemului de stabilizare automată în mod corespunzător: Controlul activării și dezactivării sistemului de stabilizare automată pentru a asigura o aterizare sigură și controlată.

Reacția la condițiile de eroare anticipate sau la intrările invalide: Identificarea și gestionarea condițiilor de eroare anticipate sau a intrărilor invalide pentru a menține funcționarea corectă a sistemului.

# Cerințe pentru interfețe externe

## Interfețe cu utilizatorul

Pentru a defini interfața utilizatorului, următoarele elemente sunt incluse în documentația specificației:

**1. Ecrane demostrative:**

- Ecranul principal: Afișează informații generale despre starea dronei și a senzorilor, precum și opțiuni de navigare către funcțiile principale ale aplicației.

- Ecranul de monitorizare a datelor: Permite utilizatorului să vizualizeze în timp real datele colectate de drone, cum ar fi nivelul de dioxid de carbon, temperatura și umiditatea aerului, sub formă de grafice sau cifre.

- Ecranul de setări: Utilizat pentru configurarea opțiunilor aplicației și a preferințelor utilizatorului, cum ar fi setările de notificare și actualizare a software-ului.

**2. Butoane și funcții pe fiecare ecran:**

- Pe ecranul principal, butoanele includ opțiuni pentru lansarea și controlul dronei, accesul la datele colectate și navigarea către alte funcții.

- Pe ecranul de monitorizare a datelor, utilizatorul poate găsi butoane pentru a actualiza datele, a schimba intervalul de timp afișat sau a activa/dezactiva anumite senzori.

- Pe ecranul de setări, utilizatorul are butoane pentru a modifica setările aplicației, precum și butoane pentru salvarea modificărilor și revenirea la ecranul principal.

**3. Mesaje afișate pe fiecare ecran:**

- Pe ecranul principal, mesajele pot include notificări despre starea bateriei dronei, conexiunea la rețea și avertizările de securitate.

- Pe ecranul de monitorizare a datelor, utilizatorul poate primi informații despre ultima actualizare a datelor și avertizări legate de condițiile aerului.

- Pe ecranul de setări, utilizatorul poate primi confirmări pentru modificările făcute și mesaje de eroare în cazul unei acțiuni nereușite.

## Interfețe hardware

Toate interacțiunile hardware-software cu lista dispozitivelor acceptate pe care software-ul este destinat să ruleze, cerințele de rețea împreună cu lista protocoalelor de comunicare care urmează să fie utilizate.

### Arduino R4 WiFi:

Aceasta este placa hardware pe care rulează software-ul, furnizând capacitatea de conectivitate WiFi pentru comunicarea cu alte dispozitive și accesarea rețelelor pentru trimiterea datelor colectate de drone.

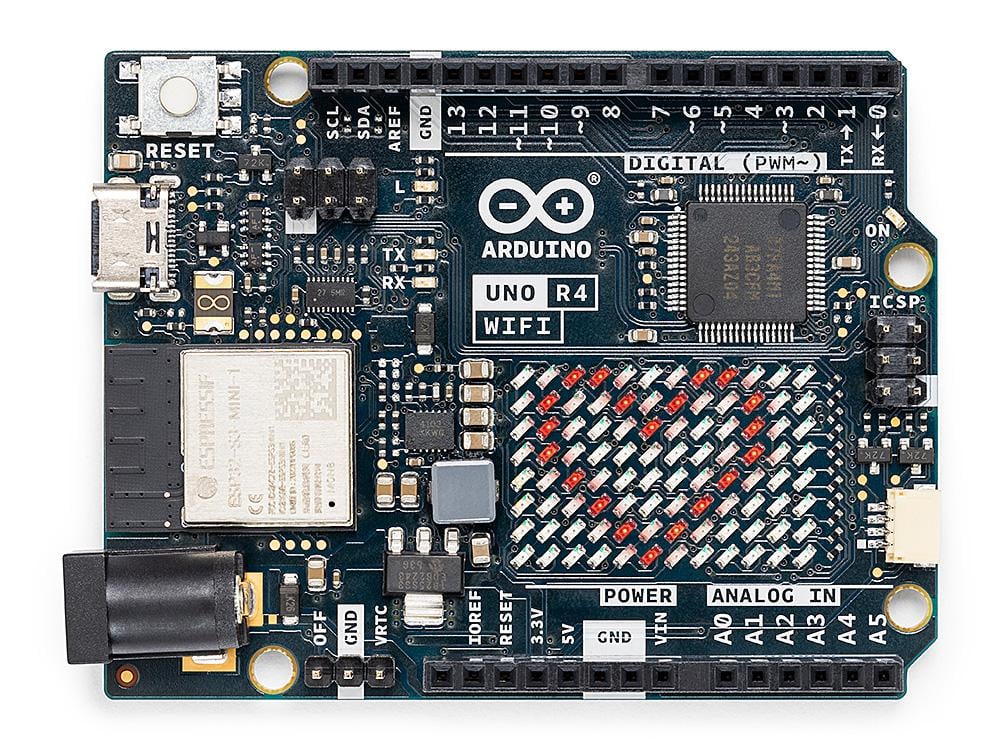


Fig. 1 Arduino R4 WiFi

**Conectivitate WiFi integrată**

Una dintre caracteristicile definitorii ale Arduino Uno WiFi R4 este capacitatea sa de conectare la rețelele WiFi. Aceasta permite plăcii să comunice direct cu internetul, deschizând o gamă largă de posibilități pentru dezvoltarea de aplicații IoT (Internet of Things). Utilizatorii pot trimite și recepționa date de la și către servere online, pot controla dispozitive la distanță și pot integra proiectele în ecosisteme mai mari de automatizare și monitorizare.

**Microcontroler îmbunătățit**

Arduino Uno WiFi R4 vine echipat cu un microcontroler mai avansat, oferind o performanță îmbunătățită și un set extins de funcționalități. Acest lucru permite execuția de cod mai complex și eficient, ceea ce este esențial pentru aplicațiile IoT care pot necesita procesare mai intensivă sau gestionarea mai multor sarcini simultan.

**Port USB nativ**

În locul unui chip USB-to-Serial extern folosit în modelul clasic, Arduino Uno WiFi R4 are un port USB nativ. Acest lucru facilitează procesul de încărcare a codului și comunicarea cu placa, eliminând necesitatea unui adaptor suplimentar și simplificând astfel procesul de dezvoltare și de depanare pentru utilizatori.

**Conexiune cu slot pentru baterie**

Arduino Uno WiFi R4 include un slot pentru o baterie LiPo, permițând utilizatorilor să alimenteze placa cu o sursă de energie mobilă. Aceasta este o caracteristică valoroasă pentru aplicațiile mobile sau pentru proiectele care necesită autonomie de alimentare, oferind flexibilitate și fiabilitate în implementarea soluțiilor IoT.

**Compatibilitate cu Arduino IoT Cloud**

Datorită capacității sale de conectare WiFi, Arduino Uno WiFi R4 este perfect compatibil cu Arduino IoT Cloud. Aceasta este o platformă integrată de dezvoltare și monitorizare a proiectelor IoT, care oferă utilizatorilor unelte avansate pentru gestionarea și controlul dispozitivelor lor conectate. Acest nivel extins de compatibilitate facilitează dezvoltarea, testarea și implementarea soluțiilor IoT, permitând utilizatorilor să creeze și să gestioneze proiecte complexe într-un mod mai eficient și integrat.

Arduino Uno R4 WiFi este utilizat pentru conectarea și controlul senzorilor, precum DHT11 pentru măsurarea temperaturii și umidității, și pentru comunicarea cu o aplicație de mobil, permițând monitorizarea și controlul precis al dronei pentru colectarea datelor dintr-o încăpere în timp real.

### **SpeedyBee F405 V4 & BLS 55A**

Acest procesor de stabilizare este utilizat pentru controlul și stabilizarea dronei. Este conectat la placa Arduino R4 WiFi și este esențial pentru menținerea stabilității și controlului dronei în timpul zborului.

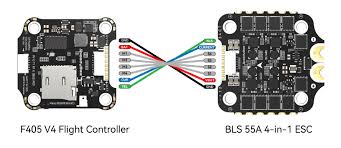


Fig. 2 SpeedyBee F405 V4 & BLS 55A

SpeedyBee F405 V4 este o placă de zbor (flight controller) proiectată în principal pentru drone și alte vehicule aeriene cu control automat. Având în vedere designul și specificațiile sale, această placă oferă o serie de funcționalități și caracteristici avansate. Iată o privire detaliată asupra capacitaților și utilizărilor SpeedyBee F405 V4:

**Control avansat al zborului**

SpeedyBee F405 V4 este echipat cu un procesor puternic și senzori preciși, permițând controlul avansat și stabil al vehiculelor aeriene. Acest lucru înseamnă că placa poate procesa rapid informațiile de la senzori și să ajusteze parametrii de zbor pentru a menține vehiculul în aer într-un mod controlat și precis.

**Conectivitate diversificată**

Placa oferă o varietate de opțiuni de conectivitate, inclusiv porturi pentru conexiuni PWM, SBUS, PPM și alte protocoale comune de control al zborului. Aceasta permite utilizatorilor să integreze placa cu diferite tipuri de echipamente, inclusiv telecomenzi, senzori și alte componente esențiale pentru funcționarea vehiculului.

**Compatibilitate extinsă cu software-ul de control al zborului**

SpeedyBee F405 V4 este compatibil cu o gamă largă de software-uri de control al zborului, cum ar fi Betaflight, Cleanflight și iNav, care oferă utilizatorilor unelte avansate pentru configurarea, monitorizarea și ajustarea parametrilor de zbor. Aceasta permite o personalizare și optimizare extensivă a comportamentului și performanței vehiculului.

**Funcționalități avansate de securitate și protecție**

Placa include și caracteristici avansate de securitate și protecție, cum ar fi sisteme de avertizare pentru tensiunea bateriei și protecție împotriva supratensiunilor, asigurând astfel un nivel ridicat de fiabilitate și siguranță în funcționarea vehiculului.

**Posibilitatea de actualizare și extensie**

SpeedyBee F405 V4 vine cu opțiuni de actualizare a firmware-ului și extensibilitate, permițând utilizatorilor să beneficieze de noi caracteristici și îmbunătățiri pe măsură ce devin disponibile. Acest lucru asigură o investiție durabilă și o adaptabilitate la schimbările și inovațiile din domeniul tehnologiei UAV (vehicule aeriene fără pilot).

BLS 55A se referă la un regulator electronic de viteză (ESC - Electronic Speed Controller), care este folosit în general pentru controlul motoarelor brushless (fără perii) ale dronei. Acesta indică capacitatea și caracteristicile ESC-ului, și anume:

**Amploarea Curentului (A):**

"55A" indică amperajul maxim pe care ESC-ul îl poate gestiona, adică 55 amperi. Acesta este un indicator al capacității ESC-ului de a furniza curentul necesar motorului în timpul funcționării sale.

* Tipul ESC (BLS):

"BLS" ar putea indica un anumit tip sau model de ESC, sau o caracteristică specifică a acestuia. În general, există diferite tipuri de ESC-uri, precum BLHeli, BLHeli\_S, BLHeli\_32, care variază în funcție de performanță, funcționalități și compatibilitate.

**Funcționalități și Caracteristici:**

ESC-ul BLS 55A este proiectat pentru a oferi performanță și eficiență în funcționarea motorului brushless, cu o gestionare eficientă a curentului și un răspuns rapid la comenzile de control.

* Compatibilitate și Integrare:

Acest tip de ESC este compatibil cu o varietate de motoare brushless și controlere de zbor, ceea ce îți oferă flexibilitate și opțiuni pentru integrarea și configurarea componentelor potrivite pentru proiectul tău de dronă.

* Protecție și Siguranță:

ESC-ul BLS 55A poate include caracteristici de protecție și siguranță, precum protecție la supratensiune, protecție la supracurent, protecție la suprasarcină și alte funcționalități care asigură funcționarea sigură și protejată a motorului și a sistemului în ansamblu.

SpeedyBee F405 V4 este utilizat ca o placă de control și stabilizare a dronei. Această placă de zbor avansată integrează un procesor puternic și multiple porturi de conectare pentru a gestiona eficient motoarele, senzorii și alte componente ale dronei. De asemenea, oferă capabilități de comunicare și conectivitate pentru a permite controlul și monitorizarea dronei prin intermediul unei aplicații de mobil, asigurând un zbor stabil și precis, precum și colectarea datelor necesare pentru măsurarea parametrilor dintr-o încăpere.

### Senzori de măsurare a mediului:

Software-ul interacționează cu diferite senzori pentru măsurarea nivelului de dioxid de carbon, temperaturii și umidității aerului. Acești senzori sunt conectați la placa Arduino R4 WiFi și transmit datele către software pentru procesare și afișare.

-DHT11: Senzor de temperatură și umiditate relativă, utilizat pentru măsurarea condițiilor de mediu într-o anumită locație.

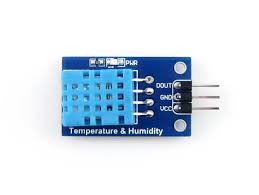


Fig. 3 Senzor DHT11 pentru temperatura si umiditate

**Funcționalitate și Principiu de Funcționare**

Senzorul DHT11 utilizează un termistor pentru măsurarea temperaturii și un element de umiditate pentru măsurarea umidității relative a aerului. Când este alimentat și interogat, senzorul produce semnale digitale pe baza valorilor de temperatură și umiditate măsurate. Aceste semnale digitale sunt apoi transmise către un microcontroler pentru a fi procesate și afișate.

**Caracteristici Principale**

Măsurarea Temperaturii: Senzorul DHT11 poate măsura temperatura într-un interval de la 0°C până la 50°C cu o precizie de ±2°C.

Măsurarea Umidității: Acesta poate măsura umiditatea relativă a aerului într-un interval de la 20% până la 90% cu o precizie de ±5%.

**Avantaje:**

Simplitate: Este un senzor simplu și ușor de utilizat, ideal pentru începători sau pentru proiecte rapid prototipate.

Cost Eficient: Este disponibil la un preț accesibil, ceea ce îl face atractiv pentru proiecte cu buget redus.

Interfață Digitală: Oferă date în format digital, ceea ce facilitează integrarea și procesarea datelor cu microcontrolere sau alte dispozitive digitale.

**Limitări:**

Precizie Limitată: Precizia măsurătorilor nu este la fel de înaltă ca a altor senzori de temperatură și umiditate disponibili pe piață.

Interval de Măsurare Limitat: Are un interval de măsurare și o gamă de temperatură și umiditate relativă limitate comparativ cu alte senzori mai avansate.

Răspuns Lent: Răspunsul la schimbările de temperatură sau umiditate poate fi mai lent în comparație cu senzorii de înaltă performanță.

Senzorul DHT11 este utilizat pentru măsurarea temperaturii și umidității dintr-o încăpere. Acest senzor este conectat la placa Arduino Uno R4 WiFi pentru a transmite datele măsurate către microcontroler. Prin intermediul codului Arduino, senzorul DHT11 este interogat periodic pentru a citi valorile de temperatură și umiditate. Aceste date sunt apoi procesate și, dacă este necesar, trimise către o aplicație de mobil pentru monitorizare în timp real sau înregistrare pentru analiza ulterioară a calității aerului și a condițiilor de mediu din încăpere.

- CCS811 CO2 Eco2 TVOC: Senzor de gaz utilizat pentru detectarea concentrațiilor de CO2 (dioxid de carbon) și TVOC (compuși organici volatili totali) în aer, precum și pentru monitorizarea calității aerului.

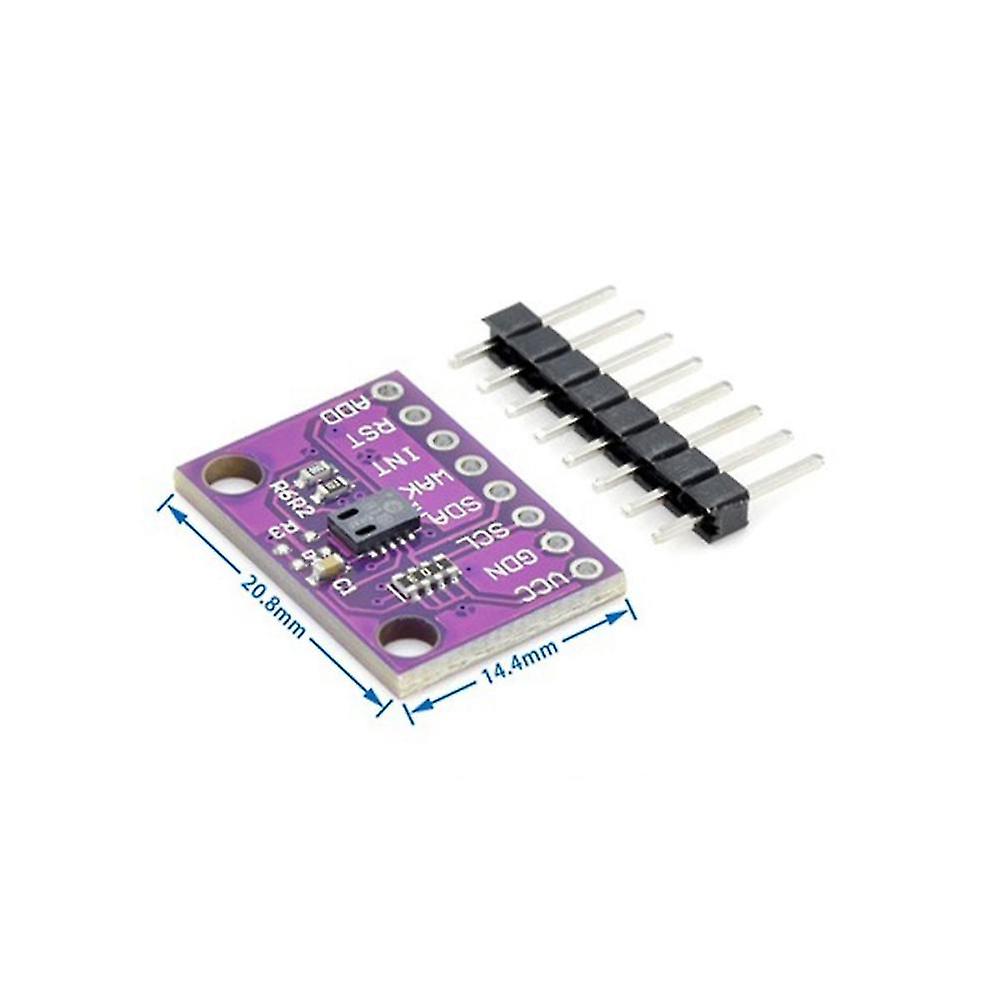


Fig. 4 CCS811 CO2 Eco2 TVOC Sezor de gaz

**Precizie și Sensibilitate:**

Senzorul CCS811 oferă măsurători precise și sensibile ale concentrațiilor de CO2, TVOC și eCO2 în aerul ambiental, permițând monitorizarea eficientă a calității aerului.

**Comunicare Digitală:**

Acest senzor comunică cu un microcontroler, cum ar fi Arduino, prin intermediul unei interfețe digitale I2C, facilitând integrarea și utilizarea sa în diferite sisteme electronice.

**Consum Redus de Energie:**

CCS811 este proiectat pentru a funcționa eficient din punct de vedere energetic, consumând o cantitate mică de energie, ceea ce este benefic pentru aplicații alimentate de la baterii.

**Calibrare Automată:**

Senzorul CCS811 dispune de o funcție de auto-calibrare care ajustează automat măsurătorile pentru a compensa variațiile de temperatură și umiditate, asigurând precizia și fiabilitatea măsurătorilor.

Senzorul CCS811 este utilizat pentru măsurarea concentrațiilor de dioxid de carbon (CO2), compuși organici volatili totali (TVOC) și pentru estimarea nivelului de echivalent de CO2 (eCO2) în aerul dintr-o încăpere. Acest senzor este conectat la placa Arduino Uno R4 WiFi pentru a transmite datele măsurate către microcontroler și, ulterior, pentru a le procesa și a le utiliza în diferite moduri, cum ar fi monitorizarea în timp real a calității aerului și a condițiilor de mediu.

* **Cum Este Legat Senzorul CCS811 de Arduino:**

**Conexiunea Fizică:**

Senzorul CCS811 este conectat la placa Arduino prin intermediul unei conexiuni digitale I2C, care permite transmiterea datelor măsurate de la senzor la microcontroler.

**Interogare și Citirea Datelor:**

Prin intermediul codului Arduino, senzorul CCS811 este interogat periodic pentru a citi valorile de CO2, TVOC și eCO2. Aceste date sunt apoi procesate și utilizate în diferite aplicații, cum ar fi afișarea valorilor pe un ecran LCD, înregistrarea datelor pentru analiza ulterioară sau trimiterea datelor către o aplicație de mobil pentru monitorizare în timp real.

### Motorul SunnySky X2216

Este un motor brushless de înaltă calitate, cunoscut pentru performanța și eficiența sa, fiind ideal pentru dronele de dimensiuni medii și pentru diferite tipuri de aplicații aeriene. Acest motor este proiectat pentru a oferi un echilibru optim între putere, eficiență și durabilitate.



Fig. 5 Motorul SunnySky X2216

**Putere și Performanță:**

SunnySky X2216 oferă o putere și o turație ridicate, permițând dronei să ridice și să transporte o sarcină utilă semnificativă.

**Eficiență Energetică:**

Datorită designului său avansat și materialelor de calitate superioară, acest motor este foarte eficient din punct de vedere energetic, contribuind la autonomia și durata de zbor a dronei.

**Construcție Durabilă și Fiabilitate:**

SunnySky X2216 este fabricat cu materiale de înaltă calitate și o construcție robustă, asigurând o durabilitate și o rezistență crescută la șocuri, uzură și condiții meteo variate.

**Compatibilitate și Versatilitate:**

Acest motor este proiectat pentru a fi compatibil cu o gamă largă de elice, controlere de zbor și cadre de drone, oferind flexibilitate și versatilitate în configurarea și adaptarea dronei la diferite nevoi și aplicații.

Motorul SunnySky X2216 a fost ales datorită performanței excelente, durabilității și fiabilității sale. Fabricat din materiale de înaltă calitate, acest motor oferă o putere și turație ridicate, asigurând dronei capacitatea de a ridica o sarcină utilă semnificativă și de a funcționa eficient în diferite condiții de zbor. De asemenea, eficiența energetică a motorului contribuie la autonomia și durata de zbor a dronei, permițând zboruri mai lungi și mai eficiente. Versatilitatea și compatibilitatea sa cu o gamă largă de elice, controlere de zbor și cadre de drone oferă flexibilitate în configurarea și adaptarea dronei la diferite nevoi și aplicații.\

### Elici Master Airscrew 11x6:

Aceste elici sunt fabricate din materiale de înaltă calitate (plastic polimeric) și oferă o tracțiune excelentă și o eficiență sporită, fiind potrivite pentru zborurile de lungă durată și pentru a maximiza autonomia dronei.



Fig. 6 Elici Master Airscrew

Notația "11x6" se referă la dimensiunile și specificațiile elicei Master Airscrew. Aceasta este o formă standardizată de a descrie dimensiunile unei elice și se interpretează astfel:

11: Acest număr reprezintă diametrul elicei în inci (în acest caz, 11 inci). Diametrul elicei este măsura de la un capăt la altul al elicei, inclusiv pălăriile, și indică cât de "mare" este elica.

6: Acest număr reprezintă pasul elicei, adică distanța pe care o elice ar avansa în aer în timpul unei rotații complete. În acest caz, elica avansează 6 inci în aer în timpul unei rotații complete.

**Durabilitate:**

Materialele compozite utilizate în fabricarea elicei Master Airscrew sunt cunoscute pentru rezistența și durabilitatea lor, fiind proiectate să reziste la uzură, șocuri și condiții meteo variate.

**Greutate Redusă:**

Designul și materialele folosite permit o greutate redusă a elicei, contribuind la o performanță și eficiență sporită a dronei, precum și la o durată de zbor mai lungă.

**Performanță Optimă:**

Alegerea materialelor și designul specific al elicei sunt optimizate pentru a oferi o tracțiune și o performanță excelentă în zboruri de lungă durată, zboruri de înaltă viteză și pentru a ridica sarcini utile mari.

**Avantaje:**

Rezistență la Coroziune: Materialele compozite sunt rezistente la coroziune și oxidare, asigurând o durată de viață lungă și o funcționare fiabilă în diferite condiții de mediu.

Design Avansat: Elicele Master Airscrew sunt proiectate cu un design aerodinamic și optimizat pentru a maximiza eficiența și performanța în zbor, contribuind la o manevrabilitate excelentă și la un control precis al dronei.

Un motiv pentru care am ales elicele Master Airscrew 11x6 pentru proiectul meu ar fi performanța și eficiența lor în zborurile de lungă durată. Aceste elice sunt fabricate din materiale compozite de înaltă calitate, care combină rezistența și durabilitatea cu o greutate redusă, contribuind la o tracțiune excelentă și la o autonomie sporită a dronei. Designul și specificațiile elicei, inclusiv diametrul de 11 inci și pasul de 6 inci, sunt optimizate pentru a oferi o performanță superioară în zborurile de lungă durată, precum și pentru a asigura un zbor stabil și controlat. Prin urmare, alegerea acestor elice ar putea fi justificată de nevoile tale specifice de zbor și de cerințele proiectului tău, asigurând o performanță fiabilă și eficientă în colectarea datelor din aer.

## Interfata software

Pentru frimware-ul utilizat pe controlerul de zbor am ales betaflight datorita algoritmilor săi avansați de stabilizare și control care oferă un zbor precis, stabil și responsiv, ceea ce este esențial pentru controlul și manevrabilitatea dronei în diferite scenarii și condiții de zbor.

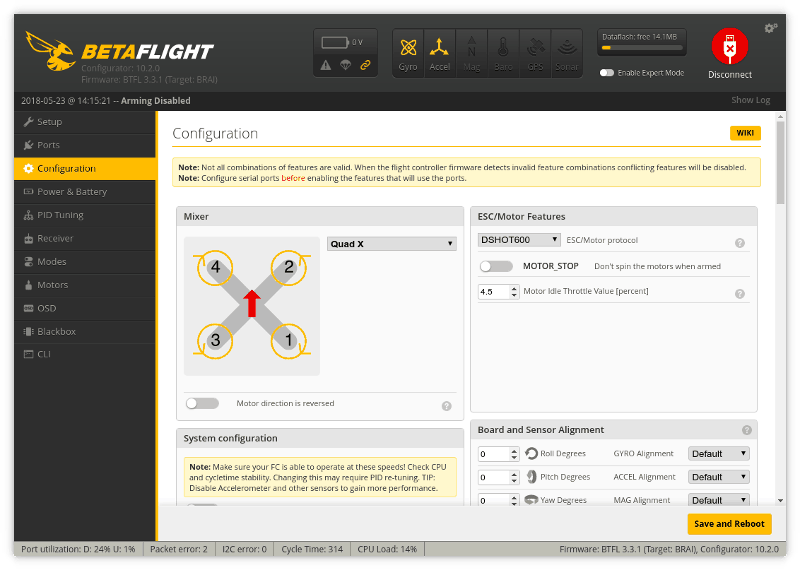


Fig. 7 Interfata Betaflight

Betaflight este un firmware open-source dezvoltat special pentru controlul dronelor FPV (First Person View). Acest software este extrem de popular în comunitatea de drone datorită performanței sale avansate, flexibilității și numeroaselor caracteristici și funcționalități pe care le oferă. Iată o descriere mai detaliată a software-ului Betaflight și a principalelor sale caracteristici:

**Caracteristici și Funcționalități Principale:**

* Stabilizare și Control Avansat:

Betaflight dispune de algoritmi avansați de stabilizare și control care permit dronei să zboare cu precizie, stabilitate și responsivitate, facilitând manevrarea și pilotarea dronei în diferite condiții și scenarii de zbor.

* Personalizare și Configurare Detaliată:

Utilizatorii pot ajusta și configura o gamă largă de setări și parametri pentru a personaliza comportamentul dronei în funcție de preferințele și nevoile lor specifice. Acest lucru include setări pentru PID (Proportional-Integral-Derivative), expoziție, rate de răspuns, expoziție și multe altele.

* Interfață Grafică Utilizator (GUI):

Betaflight include o interfață grafică utilizator intuitivă și ușor de utilizat, cunoscută sub numele de Betaflight Configurator, care facilitează configurarea, personalizarea și gestionarea setărilor și funcționalităților dronei.

* Funcționalități Avansate:

Acest software oferă o serie de funcționalități avansate precum Blackbox logging pentru înregistrarea datelor de zbor, OSD (On-Screen Display) pentru afișarea informațiilor în timp real pe ecranul gogglurilor FPV, moduri de zbor automate, protecție împotriva blocajului motoarelor și multe altele.

* Compatibilitate și Suport Extins:

Betaflight este compatibil cu o varietate largă de controlere de zbor și hardware, ceea ce oferă utilizatorilor flexibilitate și opțiuni pentru alegerea și integrarea componentelor și echipamentelor potrivite pentru proiectul lor. În plus, beneficiază de suport și actualizări regulate din partea unei comunități active și dedicate de dezvoltatori și entuziaști Betaflight.

Codul pentru senzorul DHT11 ce permite comunicarea datelor de la Arduino la aplicatia de mobil :

**Inițializare și Configurare**

* Includerea Bibliotecilor:

#include <DHT.h>: Includerea bibliotecii pentru senzorul DHT11.

#include <WiFi.h>: Includerea bibliotecii pentru modulul WiFi al Arduino.

* Definirea Pinilor și Parametrilor:

#define DHTPIN 2: Specificarea pinului la care este conectat senzorul DHT11.

#define DHTTYPE DHT11: Specificarea tipului de senzor (DHT11).

* Configurarea Rețelei WiFi:

const char\* ssid = "NumeRețeaWiFi";: Numele rețelei WiFi la care se va conecta Arduino.

const char\* password = "ParolaWiFi";: Parola rețelei WiFi la care se va conecta Arduino.

* Configurarea Serverului de Destinație:

const char\* serverAddress = "192.168.1.100";: Adresa IP a serverului la care se vor trimite datele.

const int serverPort = 8080;: Portul serverului la care se vor trimite datele.

* Inițializarea Obiectelor DHT și WiFi:

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);: Inițializarea obiectului pentru senzorul DHT11.

WiFiClient client;: Inițializarea obiectului pentru conexiunea WiFi.

**Funcția setup()**

* Inițializarea Serialului și WiFi-ului:

Serial.begin(115200);: Inițializarea comunicării seriale cu o rată de transfer de 115200 bps.

WiFi.begin(ssid, password);: Începerea procesului de conectare la rețeaua WiFi cu numele și parola specificate.

* Verificarea Stării Conexiunii WiFi:

while (WiFi.status() != WL\_CONNECTED) { ... }: Așteptarea până la stabilirea unei conexiuni WiFi.

* Inițializarea Senzorului DHT11:

dht.begin();: Inițializarea comunicării cu senzorul DHT11.

**Funcția loop()**

* Citirea Datelor de la Senzorul DHT11:

float temperature = dht.readTemperature();: Citirea valorii de temperatură de la senzor.

float humidity = dht.readHumidity();: Citirea valorii de umiditate de la senzor.

* Verificarea Validității Datelor Citite:

if (isnan(temperature) || isnan(humidity)) { ... }: Verificarea dacă datele citite sunt valide.

* Construirea Stringului de Date pentru Transmitere:

String data = "Temperatura: " + String(temperature) + " °C, Umiditate: " + String(humidity) + " %";: Crearea unui string cu datele de temperatură și umiditate pentru transmitere.

* Conectarea la Server și Transmiterea Datelor:

if (client.connect(serverAddress, serverPort)) { ... }: Conectarea la serverul de destinație și transmiterea datelor.

* Verificarea Stării de Conexiune și Trimiterea Datelor:

client.println(data);: Trimiterea datelor la server.

client.stop();: Închiderea conexiunii cu serverul.

* Așteptarea și Repetarea Procesului:

delay(5000);: Așteptarea 5 secunde înainte de a începe următoarea iterație a funcției loop().

Codul pentru senzorul CCS811 ce permite comunicarea datelor de la Arduino la aplicatia de mobil :

**Includerea Bibliotecilor:**

#include <Wire.h>: Includerea bibliotecii pentru comunicarea I2C.

#include <CCS811.h>: Includerea bibliotecii pentru senzorul CCS811.

#include <WiFi.h>: Includerea bibliotecii pentru modulul WiFi al Arduino.

* Configurarea Rețelei WiFi:

const char\* ssid = "NumeRețeaWiFi";: Numele rețelei WiFi la care se va conecta Arduino.

const char\* password = "ParolaWiFi";: Parola rețelei WiFi la care se va conecta Arduino.

* Configurarea Serverului de Destinație:

const char\* serverAddress = "192.168.1.100";: Adresa IP a serverului la care se vor trimite datele.

const int serverPort = 8080;: Portul serverului la care se vor trimite datele.

* Inițializarea Obiectelor CCS811 și WiFi:

CCS811 ccs;: Inițializarea obiectului pentru senzorul CCS811.

WiFiClient client;: Inițializarea obiectului pentru conexiunea WiFi.

**Funcția setup()**

* Inițializarea Serialului, I2C și WiFi-ului:

Serial.begin(115200);: Inițializarea comunicării seriale cu o rată de transfer de 115200 bps.

WiFi.begin(ssid, password);: Începerea procesului de conectare la rețeaua WiFi cu numele și parola specificate.

ccs.begin();: Inițializarea comunicării cu senzorul CCS811.

while (!ccs.available());: Așteptarea inițializării senzorului

**Funcția loop()**

* Verificarea Stării Senzorului CCS811 și Citirea Datelor:

if (ccs.available()) { ... }: Verificarea dacă senzorul CCS811 are date disponibile pentru citire.

float CO2 = ccs.getCO2();: Citirea valorii de CO2 de la senzor.

float TVOC = ccs.getTVOC();: Citirea valorii de TVOC de la senzor.

* Construirea Stringului de Date pentru Transmitere:

String data = "CO2: " + String(CO2) + " ppm, TVOC: " + String(TVOC) + " ppb";: Crearea unui string cu datele de CO2 și TVOC pentru transmitere.

Conectarea la Server și Transmiterea Datelor:

if (client.connect(serverAddress, serverPort)) { ... }: Conectarea la serverul de destinație și transmiterea datelor.

* Verificarea Stării de Conexiune și Trimiterea Datelor:

client.println(data);: Trimiterea datelor la server.

client.stop();: Închiderea conexiunii cu serverul

* Așteptarea și Repetarea Procesului:

delay(5000);: Așteptarea 5 secunde înainte de a începe următoarea iterație a funcției loop().

# Scenariu de utilizare

*Scenariul de utilizare: Monitorizarea calității aerului într-un spațiu de lucru de birou:*

**1. Configurarea dronei și a senzorilor:**

- Utilizatorul își pregătește drona echipată cu senzorii necesari pentru monitorizarea calității aerului: senzorul de dioxid de carbon, senzorul de temperatură și senzorul de umiditate.

- Drona este programată să zboare într-un anumit traseu în interiorul spațiului de lucru de birou pentru a colecta date.

**2. Lansarea dronei:**

- Utilizatorul lansează drona dintr-un loc sigur în interiorul clădirii și inițiază misiunea de monitorizare a calității aerului.

**3. Zborul și colectarea datelor:**

- Drona zboară în jurul spațiului de lucru, urmând traseul prestabilit, și colectează datele despre nivelul de dioxid de carbon, temperatura și umiditatea aerului utilizând senzorii incorporați.

- Datele colectate sunt transmise în timp real către sistemul de procesare pentru analiză ulterioară.

**4. Analiza datelor:**

- Sistemul de procesare analizează datele colectate și generează rapoarte și grafice relevante pentru calitatea aerului în spațiul de lucru.

**5. Rezultate și acțiuni ulterioare:**

- Utilizatorul primește rapoartele și analizează rezultatele pentru a evalua calitatea aerului în spațiu.

- Dacă sunt identificate niveluri ridicate de dioxid de carbon sau alte probleme, se pot lua măsuri corective, cum ar fi ventilarea suplimentară sau ajustarea sistemului de climatizare.

- Utilizatorul poate accesa și interacționa cu datele colectate prin intermediul aplicației mobile asociate pentru a monitoriza în continuare calitatea aerului în timp real.

**6. Transmiterea datelor către server și controlul sistemelor de climatizare:**

**Transmiterea datelor către server:**

- După ce a finalizat zborul și colectarea datelor, drona se întoarce la locul de lansare și aterizează în siguranță.

- Utilizatorul inițiază transferul datelor colectate de dronă către un server centralizat pentru stocarea, procesarea și analiza ulterioară a informațiilor.

**Analiza datelor și controlul sistemelor de climatizare:**

- Serverul procesează și analizează datele primite de la dronă pentru a evalua nivelurile de dioxid de carbon, temperatură și umiditate în spațiul de lucru.

- În funcție de datele analizate, serverul transmite comenzi către sistemele automate de climatizare, încălzire și ventilare din clădire pentru a se porni, opri sau ajusta în mod corespunzător pentru a menține sau îmbunătăți calitatea aerului în spațiu.

**Acțiuni automate și interacțiune cu utilizatorul:**

- Sistemele automate de climatizare, încălzire și ventilare din spațiu se ajustează în mod automat conform instrucțiunilor primite de la server pentru a răspunde eficient la nevoile de calitate a aerului identificate.

- Utilizatorul poate monitoriza și interacționa cu starea sistemelor de climatizare, încălzire și ventilare și cu datele colectate prin intermediul aplicației mobile asociate, unde poate primi notificări, alerte și actualizări în timp real legate de calitatea aerului și starea sistemelor din spațiu.

# Concluzii si dezvoltari ulterioare

**Concluzii:**

**Implementarea cu Succes a Sistemului de Monitorizare și Control al Calității Aerului:**

Proiectul a demonstrat succesul și eficiența sistemului de monitorizare și control al calității aerului în colectarea, analiza și gestionarea datelor despre nivelul de dioxid de carbon, temperatura și umiditatea aerului într-un spațiu de lucru, oferind utilizatorului informații și date relevante pentru evaluarea și optimizarea condițiilor de mediu în interiorul clădirii.

**Contribuția la Îmbunătățirea Calității Aerului și Condițiilor de Mediu:**

Prin monitorizarea și controlul continuu și în timp real al calității aerului și a condițiilor de mediu în spații de lucru, proiectul a contribuit la identificarea și soluționarea problemelor și deficiențelor legate de calitatea aerului și a condițiilor de mediu, îmbunătățind astfel confortul, sănătatea și productivitatea angajaților și a ocupanților clădirii.

**Dezvoltări Ulterioare:**

**Optimizarea și Extinderea Funcționalităților Sistemului:**

Se pot identifica și implementa îmbunătățiri și optimizări pentru extinderea și îmbunătățirea funcționalităților și performanței sistemului în monitorizarea și controlul calității aerului în spații de lucru diverse și complexe.

**Integrarea și Interconectarea Sistemului cu Alte Sisteme și Platforme:**

Se pot explora și implementa posibilități și soluții pentru integrarea și interconectarea sistemului de monitorizare și control al calității aerului cu alte sisteme și platforme, cum ar fi sistemele de automatizare a clădirilor, sistemele de management al energiei și alte sisteme IoT (Internet of Things).

**Extinderea și Adaptarea Sistemului pentru Diferite Aplicații și Scenarii:**

Se pot dezvolta și adapta variante și versiuni ale sistemului pentru diferite aplicații și scenarii, inclusiv monitorizarea calității aerului în spații industriale, comerciale, rezidențiale și în alte medii și contexte specifice.

# Bibliografie

Betaflight și Dronă:

1. Site-ul oficial Betaflight: [Betaflight](https://betaflight.com/)
2. Forumuri și comunități online: RCGroups
3. Tutoriale și ghiduri video: [YouTube](https://www.youtube.com/)

Senzori și Componente:

1. Site-uri producători pentru senzori DHT11, CCS811, etc.:
   * [SparkFun](https://www.sparkfun.com/)
   * [Adafruit](https://www.adafruit.com/)
   * [Bosch Sensortec](https://www.bosch-sensortec.com/)
2. Resurse și tutoriale despre conectarea și utilizarea senzorilor cu Arduino:
   * [Arduino Official Website](https://www.arduino.cc/)
   * Arduino Forum
   * [Instructables](https://www.instructables.com/)

Dezvoltarea Aplicațiilor Mobile:

1. Tutoriale și ghiduri pentru dezvoltarea aplicațiilor mobile pentru Android:
   * [Android Developers](https://developer.android.com/)

Controlul și Optimizarea Sistemelor de Climatizare:

1. Resurse și documentații tehnice pentru sistemele de climatizare, încălzire și ventilare:
   * [ASHRAE](https://www.ashrae.org/)
   * [HVACR](https://www.hvacrschool.com/)

Proiectarea și Implementarea Sistemelor de Monitorizare a Calității Aerului:

1. Studii de caz, articole și publicații academice despre sistemele de monitorizare a calității aerului:
   * [IEEE Xplore](https://ieeexplore.ieee.org/)
   * [Google Scholar](https://scholar.google.com/)