<Sistem de control termic al unei clădiri în scopul minimizării consumului energetic>

# Documentul de proiectare

Cuprins

[1. Introducere 1](#_Toc164005087)

[1.1 Scopul documentului 1](#_Toc164005088)

[2. Prezentare generală și abordări de proiectare 2](#_Toc164005089)

[2.1 Prezentare generală 2](#_Toc164005090)

[2.2 Presupuneri/ Constrângeri/ Riscuri 3](#_Toc164005091)

[3. Considerațiii de proiectare 4](#_Toc164005092)

[3.1 Obiective și linii directoare (ghiduri) 4](#_Toc164005093)

[3.2 Metode de dezvoltare 4](#_Toc164005094)

[3.3 Strategii de arhitectură 5](#_Toc164005095)

[4. Arhitectura Sistemului și Proiectarea Arhitecturii 6](#_Toc164005096)

[4.1 Vedere logică 7](#_Toc164005097)

[4.2 Arhitectură hardware 8](#_Toc164005098)

[4.3 Arhitectură software 8](#_Toc164005099)

[4.4 Arhitectura informațiilor 9](#_Toc164005100)

[4.5 Arhitectura de comunicații interne 10](#_Toc164005101)

[4.6 Diagrama de arhitectură a sistemului 11](#_Toc164005102)

[5. Proiectarea sistemului 12](#_Toc164005103)

[5.1 Proiectarea bazei de date 12](#_Toc164005104)

[5.2 Conversii de date 15](#_Toc164005105)

[5.3 Interfețe utilizator 15](#_Toc164005106)

[5.4 Proiectarea interfețelor cu utilizatorul 16](#_Toc164005107)

[6. Scenarii de utilizare 20](#_Toc164005108)

[7. Proiectare de detaliu 21](#_Toc164005109)

[7.1 Proiectare hardware de detaliu 21](#_Toc164005110)

[7.2 Proiectare software de detaliu 21](#_Toc164005111)

[7.3 Proiectare de detaliu pentru performanța sistemului 22](#_Toc164005112)

[7.4 Proiectare detaliată a comunicațiilor interne (între componente) 24](#_Toc164005113)

[8. Controale pentru verificarea integrității sistemului 25](#_Toc164005114)

[9. Anexe 26](#_Toc164005115)

[9.1 Anexa A Documente la care se face referire 26](#_Toc164005116)

## Introducere

Pentru proiectul "TempSaver", Documentul de Proiectare a Sistemului descrie modul în care cerințele funcționale și non-funcționale înregistrate în Documentul de Cerințe sunt transformate în specificații de proiectare a sistemului. Acest document documentează proiectarea sistemului la un nivel înalt și specificațiile detaliate de proiectare.

Obiectivele și considerațiile de proiectare sunt clarificate, oferind o prezentare generală la nivel înalt a arhitecturii sistemului. De asemenea, sunt descrise proiectarea datelor asociate cu sistemul, interfața om-mașină și scenariile operaționale.

Proiectarea sistemului la nivel înalt este ulterior descompusă în specificații detaliate de proiectare pentru fiecare componentă a sistemului, inclusiv hardware, comunicațiile interne, software, controalele de integritate a sistemului și interfețele externe.

### Scopul documentului

Scopul acestui Document de Proiectare a Sistemului (SDD) pentru proiectul "TempSaver" constă în documentarea și urmărirea informațiilor necesare pentru a defini arhitectura și designul sistemului într-un mod eficient. Adaptat pentru cerințele specifice ale proiectului "TempSaver", acest document oferă echipei de dezvoltare îndrumare în elaborarea arhitecturii sistemului.

SDD-ul este un livrabil care se construiește incremental și iterativ pe parcursul ciclului de viață al dezvoltării sistemului, luând în considerare circumstanțele specifice ale proiectului de tehnologie informațională (IT) și metodologia de dezvoltare folosită.

Publicul țintă pentru acest document include managerul de proiect, echipa de proiect și echipa de dezvoltare. Anumite secțiuni ale acestui document, precum interfața cu utilizatorul (UI), pot fi împărtășite și cu clienții/utilizatorii și cu alte părți interesate, ale căror contribuții și aprobări sunt necesare pentru UI.

## Prezentare generală și abordări de proiectare

În cadrul proiectului "TempSaver", se propune preluarea datelor de la o gamă variată de senzori, inclusiv senzori de temperatură, umiditate, gaz, particule de praf, radiație UV și lumină. Aceste date vor fi utilizate pentru a controla temperatura clădirii în mod eficient și precis, atât manual, cât și automat.

Pentru a atinge acest obiectiv, se va dezvolta un algoritm de predicție care va anticipa momentul optim pentru pornirea sistemului de control termic. Acest algoritm va lua în considerare datele colectate de la senzori și va determina momentul în care sistemul trebuie să înceapă ajustările pentru a asigura temperatura dorită la ora setată de utilizator.

Această secțiune prezintă principiile și strategiile care vor ghida proiectarea și implementarea acestui sistem complex de control termic, asigurându-se că acesta îndeplinește cerințele de eficiență energetică și confort termic ale utilizatorului.

### Prezentare generală

Sistemul de control termic al clădirii tale combină elemente hardware și software pentru a minimiza consumul de energie. Partea hardware constă din diferiți senzori dispersați prin clădire. Acești senzori monitorizează temperatura, umiditatea, nivelul de gaze, intensitatea luminii UV și chiar concentrația particulelor PM 2,5.

Un Raspberry Pi 4B acționează ca nucleu al sistemului. Acesta primește date de la toți senzorii și joacă un rol central în procesarea datelor.

Din punct de vedere software, o bază de date Firebase stochează datele de la senzori în cloud, accesibile de oriunde. O aplicație ușor de utilizat permite ocupanților clădirii să monitorizeze aceste valori în timp real. Aceeași aplicație oferă controale pentru a regla sistemul HVAC în funcție de datele colectate.

Gestionând inteligent sistemul HVAC pe baza condițiilor din timp real, acest sistem oferă avantaje semnificative. Optimizează consumul de energie asigurându-se că sistemul HVAC funcționează doar atunci când este necesar. Acest lucru se traduce prin economii de costuri și o amprentă ecologică redusă. În plus, prin furnizarea de informații în timp real despre mediul clădirii, sistemul permite ocupanților să mențină condiții confortabile. Mai mult, monitorizarea proactivă a sistemului HVAC ajută la identificarea potențialelor probleme înainte ca acestea să escaladeze în probleme majore, reducând costurile de întreținere.

### Presupuneri/ Constrângeri/ Riscuri

#### Presupuneri

În cadrul sistemului propus de control termic al unei clădiri, există anumite presupuneri și dependențe critice. Acestea includ necesitatea unei alimentări electrice continue de la priză pentru funcționarea sistemului și conexiunea la internet pentru a permite transmiterea datelor către o bază de date online susținută pe un server remote. Astfel, disponibilitatea unei surse constante de energie electrică și a unei conexiuni la internet este esențială pentru operaționalizarea eficientă a sistemului.

#### Constrângeri

Una dintre limitările importante este legată de capacitatea plăcii Raspberry Pi utilizate în sistem. Există o limitare în ceea ce privește numărul de pini disponibili pe placă și capacitatea de memorie RAM.

Astfel, există posibilitatea ca sistemul să atingă un punct în dezvoltare în care placa Raspberry Pi să nu mai aibă pini disponibili pentru conectarea altor componente sau să rămână fără memorie RAM din cauza solicitărilor ridicate ale sistemului. Această limitare poate afecta funcționalitatea și extensibilitatea sistemului, necesitând o gestionare atentă a resurselor și optimizarea codului software pentru a evita depășirea limitelor hardware-ului disponibil.

#### Riscuri

Unul dintre riscurile asociate cu designul sistemului este posibilitatea defectării senzorilor sau generării de date eronate. Acest lucru poate afecta în mod negativ funcționarea corectă a sistemului și precizia informațiilor colectate.

Pentru a reduce aceste riscuri, se vor implementa strategii de monitorizare a stării senzorilor și de verificare a calității datelor colectate. De asemenea, se vor utiliza tehnici de redundanță și de verificare a integrității datelor pentru a asigura că informațiile furnizate de senzori sunt fiabile și precise.

## Considerațiii de proiectare

În cadrul considerațiilor de proiectare, este esențial să se ia în considerare posibilele riscuri asociate cu sistemul, cum ar fi defectarea senzorilor sau generarea de date eronate. Aceste aspecte pot afecta negativ funcționarea corectă a sistemului și precizia informațiilor colectate. Pentru a minimiza aceste riscuri, este necesar să se implementeze strategii de monitorizare a stării senzorilor și de verificare a calității datelor colectate.

Totodată, se vor utiliza tehnici de redundanță și de verificare a integrității datelor pentru a asigura că informațiile furnizate de senzori sunt fiabile și precise. Aceste aspecte trebuie luate în considerare în etapa inițială a proiectului de proiectare a sistemului pentru a asigura o soluție de design completă și robustă.

### Obiective și linii directoare (ghiduri)

În cadrul dezvoltării acestui proiect, am conturat următorul set de obiective fundamentale:

1. Proiectarea și construirea machetei:

Obiectivul principal constă în proiectarea și construirea unei machete care să simuleze o incintă de locuit. Această machetă va servi ca platformă de testare și implementare a diferitelor soluții de încălzire, răcire și control termic în condiții cât mai apropiate de cele reale. Scopul este de a identifica și evalua eficacitatea diverselor tehnologii și strategii într-un mediu controlat.

1. Dezvoltarea arhitecturii de control automat și a algoritmului de predicție a temperaturii:

Un alt obiectiv esențial constă în dezvoltarea unei arhitecturi de control automat, echipată cu senzori avansați pentru măsurarea parametrilor critici precum temperatura, umiditatea și alții relevanți. Această arhitectură va forma baza unui sistem capabil să optimizeze parametrii în timp real, având în vedere nevoile utilizatorilor, specificul clădirii și variabilele climatice locale. În plus, se va dezvolta un algoritm de predicție a temperaturii care să anticipeze cu precizie momentul la care temperatura va atinge nivelul dorit, contribuind astfel la eficiența sistemului.

1. Dezvoltarea unei aplicații de monitorizare a parametrilor:

Un alt obiectiv este dezvoltarea unei interfețe intuitive pentru vizualizarea și gestionarea în timp real a diverselor setări sau date relevante. Această aplicație va permite conectarea la senzori sau dispozitive pentru colectarea datelor și va crea o platformă centralizată pentru accesul și controlul utilizatorilor asupra parametrilor monitorizați. Va fi posibilă adaptarea acestei aplicații pentru monitorizarea temperaturii, umidității sau altor informații specifice.

### Metode de dezvoltare

Metoda de dezvoltare adoptată pentru această aplicație constă în utilizarea limbajului de programare Python, împreună cu anumite librării pentru crearea interfețelor grafice.

Este important de menționat că sistemul este proiectat să fie modular și extensibil, permițând adăugarea ulterioară a unor noi senzori hardware. În cazul în care se dorește adăugarea de noi senzori, este posibilă modificarea componentelor hardware ale sistemului, ceea ce va implica și modificări ale părții software. În acest sens, se va face o adaptare corespunzătoare a codului existent pentru a permite integrarea și gestionarea noilor senzori adăugați. Astfel, partea software a sistemului va trebui să fie flexibilă și să permită extinderea și modificarea în mod dinamic pentru a se adapta la schimbările hardware. Această abordare asigură că aplicația rămâne relevantă și funcțională pe măsură ce cerințele și tehnologiile evoluează.

### Strategii de arhitectură

Pentru arhitectura sistemului, s-au luat în considerare mai multe decizii de design care au influențat organizarea și structura generală a acestuia. Utilizarea limbajului Python a fost o alegere esențială, folosit atât pentru partea de interfață grafică, cât și pentru logica algoritmică. Flexibilitatea și ușurința în învățare a Python-ului au fost criterii cheie în adoptarea acestuia, având, de asemenea, acces la o gamă largă de biblioteci pentru dezvoltarea aplicațiilor.

Pentru stocarea și gestionarea datelor într-un mod sigur și scalabil, s-a integrat platforma Firebase pentru baze de date. Datele colectate de senzori sunt încărcate și stocate într-o bază de date Firebase, facilitând ulterior accesul și analiza acestora.

Gestionarea erorilor a fost un aspect important în dezvoltarea aplicației. În cazul apariției unor erori în timpul funcționării aplicației, acestea sunt gestionate intern și afișate utilizatorului în mod corespunzător. Astfel, utilizatorul este informat despre eventualele probleme și poate lua măsurile necesare pentru remedierea acestora.

## Arhitectura Sistemului și Proiectarea Arhitecturii

Arhitectura sistemului se bazează pe interacțiunea dintre senzorii de calitate și o serie de componente cheie, menite să ofere o gestionare eficientă a mediului. Datele colectate de senzori, inclusiv temperatura, umiditatea, radiatia solara și nivelul luminos, sunt esențiale pentru funcționarea optimă a sistemului.

Interacțiunea sistemului este organizata într-un mod care asigură o prioritate ridicată funcționalității de reglare a parametrilor mediului. De exemplu, ajustarea temperaturii se realizează in functie de anumite criterii bine definite.

Un alt aspect important al arhitecturii sistemului este capacitatea sa de a răspunde la preferințele utilizatorului. Utilizatorul poate modifica temperatura în funcție de propriile sale preferințe pentru a se asigura că se află într-o stare de confort termic. Aceste comenzi sunt preluate și implementate în mod eficient de către componentele hardware și software ale sistemului.

Sistemul poate fi descompus în următoarele componente principale:

1. Senzori:

1. Acestea sunt dispozitivele responsabile pentru măsurarea diferitelor parametri de mediu, cum ar fi temperatura, umiditatea, gazul, particulele de praf, radiația UV și lumina.
2. Separarea senzorilor în componente individuale permite o gestionare mai eficientă a fiecărui parametru măsurat și facilitează eventualele actualizări sau înlocuiri ulterioare.

2. Placa Raspberry Pi:

1. Este componenta centrală a sistemului, responsabilă pentru gestionarea și coordonarea întregului proces.
2. Prin izolarea plăcii Raspberry Pi ca o componentă distinctă, se poate asigura că funcționarea și comunicarea sa sunt separate de cele ale senzorilor, permițând o mai mare flexibilitate în gestionarea și întreținerea sistemului.

3. Baza de date Firebase:

1. Este utilizată pentru stocarea datelor colectate de la senzori și gestionarea acestora într-un mod sigur și scalabil.
2. Descompunerea bazei de date Firebase într-o componentă separată permite separarea logică a stocării datelor de procesarea acestora, asigurând o gestionare eficientă a informațiilor și facilitând accesul la date din diverse surse.

Descompunerea sistemului în aceste componente individuale este realizată pentru a organiza și gestiona mai eficient funcționalitățile și responsabilitățile sistemului. Această abordare permite o mai mare flexibilitate în gestionarea și dezvoltarea sistemului, facilitând eventualele actualizări sau extinderi ulterioare ale acestuia. De asemenea, separarea componentelor permite o mai bună claritate și înțelegere a rolurilor și interacțiunilor dintre diferitele părți ale sistemului.

### Vedere logică

A diagram of a process flow

Description automatically generated

*Figura 1 - Diagrama de stare*

### Arhitectură hardware

Pentru sistemul "sistem de control termic al unei clădiri cu scopul minimizării consumului energetic", hardware-ul și organizația generală a sistemului sunt concepute într-o manieră simplă și eficientă. Sistemul este centralizat în jurul plăcii Raspberry Pi 4B și a diverselor senzori utilizate pentru colectarea datelor de mediu.

În ceea ce privește hardware-ul, sistemul utilizează următoarele componente principale:

1. Placa Raspberry Pi 4B: Aceasta servește ca unitate centrală de procesare și control a sistemului. Raspberry Pi 4B este capabil să gestioneze colectarea datelor de la senzori, prelucrarea acestora și controlul funcționării sistemului.
2. Senzorii de mediu:

* 3 senzori DHT22 pentru măsurarea temperaturii și umidității în diferite zone ale clădirii.
* Senzorul MQ-2 pentru detectarea gazelor inflamabile și toxice.
* Senzorul MQ-4 pentru detectarea gazului metan.
* Senzorul UV ML8511 pentru măsurarea nivelului de radiații ultraviolete.
* Senzorul de particule de praf PM2.5 pentru monitorizarea calității aerului.
* Senzorul cu fotorezistor pentru detectarea nivelului de lumină ambientală.

1. Display de 800x480: Acesta este utilizat pentru afișarea informațiilor relevante și a datelor colectate de la senzori.

### Arhitectură software

Pentru sistemul de control termic al clădirii, componentele software sunt concepute pentru a asigura o interacțiune eficientă între aplicație și hardware-ul sistemului. Acestea includ:

1. Aplicație:

* Limbajul de programare utilizat pentru aplicație este Python, atât pentru partea de backend, cât și pentru partea de frontend.
* Ca funcționalități ar fi următoarele
  + Vizualizare date: afișarea datelor provenite de la senzori în timp real
  + Control temperatură
    - Control manual: reglarea manuală a temperaturii
    - Control automat: reglarea automată a temperaturii print-run algoritm de predicție
  + Senzorii comunică direct cu placa Raspberry PI, fiind conectați direct la pinii de pe placă
* Platforma de dezvoltare utilizată pentru scrierea și compilarea codului Python este Geany
* Interfețele de programare a aplicațiilor (APIs) și protocoalele utilizate pentru comunicarea între componente sunt gestionate intern în cadrul aplicației Python și a platformei Firebase.

1. Baza de date Firebase:

* Firebase este utilizat pentru stocarea datelor colectate de la senzori.
* Interacțiunea cu baza de date Firebase permite afișarea datelor stocate și utilizarea acestora pentru predicții și analize ulterioare.
* Senzorii transmit date către baza de date la un interval bine stabilit, pentru a crește eficiența

1. Montaj:

* Preluarea datelor de la senzori: temperatură, umiditate, calitate aer, radiație UV, lumină
* Transmiterea datelor către aplicație
* Validarea datelor

### Arhitectura informațiilor

Datele prelucrate în cadrul sistemului sunt esențiale pentru monitorizarea și controlul eficient al condițiilor de mediu într-o clădire, contribuind la asigurarea unui mediu sănătos și confortabil pentru ocupanți. Aceste date sunt colectate de la o varietate de senzori specializați și furnizează informații detaliate despre diferite aspecte ale mediului înconjurător.

Principalele tipuri de date prelucrate în sistem includ informații despre:

1. Temperatură: Aceasta este măsurată de senzorii de temperatură și oferă informații despre temperatura ambientală din interiorul clădirii.
2. Umiditate: Datele despre umiditate sunt colectate de senzorii de umiditate și indică nivelul de umiditate din aerul ambiental.
3. Concentrația de gaze: Aceasta include date despre concentrația de gaze cum ar fi CO2 și gazul metan, măsurate de senzorii de gaze, furnizând informații despre calitatea aerului interior.
4. Particule în suspensie (PM2.5): Aceste date sunt colectate de senzorii specializați și indică nivelurile de particule fine în aer, care pot afecta calitatea aerului și sănătatea ocupanților.
5. Radiație ultravioletă: Măsurată de senzorii de radiație ultravioletă, aceste date furnizează informații despre nivelul de expunere la radiația UV
6. Lumină ambientală: Datele despre lumină sunt colectate de senzorii de lumină și indică nivelurile de iluminare din interiorul clădirii.

Majoritatea acestor date sunt de tip float, ceea ce înseamnă că sunt numere reale care pot avea o variație continuă. Există și date de tip boolean, cum ar fi detectarea luminii sau a gazului, care indică simplu prezența sau absența unei anumite condiții.

Este important de menționat că aceste date nu sunt considerate sensibile din punct de vedere al confidențialității sau al securității, dar sunt vitale pentru funcționarea și performanța sistemului de control termic al clădirii. Protejarea integrității acestor date și asigurarea preciziei lor sunt priorități în proiectarea și implementarea sistemului.

Formatul acestor date este în principal electronic, înregistrat și stocat în baza de date centralizată a sistemului. Senzorii specifici, cum ar fi cei pentru temperatură, umiditate sau calitatea aerului, furnizează aceste date automat sistemului în timp real.

### Arhitectura de comunicații interne

Arhitectura de comunicații interne a sistemului este esențială pentru asigurarea unei interacțiuni eficiente între componentele acestuia, permițând transferul corect și rapid al datelor între acestea.

Componentele principale ale rețelei de comunicații interne includ:

1. Raspberry Pi 4B: Aceasta servește drept unitate centrală de procesare și control pentru sistem și este conectată la internet sau la o rețea Wi-Fi pentru a permite comunicarea cu baza de date Firebase prin intermediul protocolului HTTPS. Senzorii sunt conectați direct la placa Raspberry Pi prin intermediul firelor fizice, iar comunicarea cu aceștia se realizează prin porturile GPIO.
2. Senzori: Senzorii sunt conectați direct la placa Raspberry Pi prin intermediul firelor fizice și transmit datele către aceasta pentru procesare și analiză.
3. Baza de date Firebase: Comunicarea cu baza de date Firebase se realizează prin intermediul protocolului HTTPS, permițând stocarea și accesul la datele colectate de senzori și procesate de Raspberry Pi.
4. Dispozitivul de afișare: Conectat la placa Raspberry Pi, dispozitivul de afișare primește datele procesate și le prezintă utilizatorului într-un format ușor de înțeles și accesibil. Comunicarea între Raspberry Pi și dispozitivul de afișare se realizează prin interfața I2C.

Arhitectura de comunicații interne este implementată într-un mod simplu și eficient, asigurând o interacțiune corespunzătoare între componentele sistemului. Comunicarea prin HTTPS asigură securitatea datelor transmise între Raspberry Pi și baza de date Firebase, în timp ce conexiunea la internet sau la rețeaua Wi-Fi permite transmiterea datelor către baza de date și recepționarea actualizărilor necesare pentru sistem.

### Diagrama de arhitectură a sistemului

În diagrama prezentată mai jos este ilustrată arhitectura proiectului. Această arhitectură este concepută pentru a oferi o imagine clară asupra modului în care componentele sistemului interacționează între ele și cum sunt organizate în cadrul proiectului.

A diagram of a computer server

Description automatically generated

*Figura 2 - Arhitectura proiectului*

## Proiectarea sistemului

### Proiectarea bazei de date

*A diagram of a computer generated flowchart

Description automatically generated*

*Figura 3 - Baza de date*

#### Obiecte de date și structuri de date rezultante

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tabel | Atribut | Tip dată |
| Încăpere | Id\_incapere | int |
| Nume\_incapere | string |
| Lumina | Id\_lum | Int |
| Val\_lum | Float |
| Data\_lum | Date |
| Ora\_lum | Time |
| Id\_incapere\_lum | Int |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Temperatura | Id\_temp | Int |
| Val\_ temp | Float |
| Data\_ temp | Date |
| Ora\_ temp | Time |
| Id\_incapere\_ temp | Int |
| Umiditatea | Id\_umid | Int |
| Val\_ umid | Float |
| Data\_ umid | Date |
| Ora\_ umid | Time |
| Id\_incapere\_ umid | Int |
| PM 2,5 | Id\_pm2.5 | Int |
| Val\_ pm2.5 | Float |
| Data\_ pm2.5 | Date |
| Ora\_ pm2.5 | Time |
| Id\_incapere\_ pm2.5 | Int |
| Radiatie UV | Id\_uv | Int |
| Val\_ uv | Float |
| Data\_ uv | Date |
| Ora\_ uv | Time |
| Id\_incapere\_ uv | Int |
| Gaz | Id\_gaz | Int |
| Val\_ gaz | Float |
| Data\_ gaz | Date |
| Ora\_ gaz | Time |
| Id\_incapere\_ gaz | Int |

#### Fișiere și baze de date

1. Tabelul Temperatură:

* Nume: Temperatură
* Atribute:
  + Id\_temp (int)
  + Val\_temp (float)
  + Data\_temp (date)
  + Ora\_temp (time)
  + Id\_incapere\_temp (int)

1. Tabelul Umiditate:

* Nume: Umiditate
* Atribute:
  + Id\_umid (int)
  + Val\_umid (float)
  + Data\_umid (date)
  + Ora\_umid (time)
  + Id\_incapere\_umid (int)

1. Tabelul PM2.5:

* Nume: PM2.5
* Atribute:
  + Id\_pm2.5 (int)
  + Val\_pm2.5 (float)
  + Data\_pm2.5 (date)
  + Ora\_pm2.5 (time)
  + Id\_incapere\_pm2.5 (int)

1. Tabelul Radiatie UV:

* Nume: Radiatie UV
* Atribute:
* Id\_uv (int)
* Val\_uv (float)
* Data\_uv (date)
* Ora\_uv (time)
* Id\_incapere\_uv (int)

1. Tabelul Gaz:

* Nume: Gaz
* Atribute:
  + Id\_gaz (int)
  + Val\_gaz (float)
  + Data\_gaz (date)
  + Ora\_gaz (time)
  + Id\_incapere\_gaz (int)

1. Tabelul Lumina:

* Nume: Gaz
* Atribute:
  + Id\_lum (int)
  + Val\_ lum (float)
  + Data\_ lum (date)
  + Ora\_ lum (time)
  + Id\_incapere\_ lum (int)

1. Tabelul Incapere:

* Nume: Incapere
* Atribute:
  + Id\_incapere (int)
  + Nume\_incapere (string)
  + Locatie: https://console.firebase.google.com/u/0/project/licenta-bb28c/database/licenta-bb28c-default-rtdb/data/~2F

##### Fișiere non-DBMS

Fișierele de configurare sunt esențiale pentru configurarea sistemului de control termic, inclusiv stabilirea temperaturilor de referință, intervalele de funcționare și alte setări specifice pentru controlul temperaturii în încăperi.

Fișierele de jurnalizare sunt destinate înregistrării informațiilor relevante despre funcționarea sistemului, cum ar fi evenimentele de eroare, activitățile de depanare etc. Acestea sunt utilizate pentru monitorizarea și analizarea activităților sistemului, inclusiv pentru identificarea și diagnosticarea problemelor în funcționarea sistemului de control termic.

Fișierele temporare sunt utilizate pentru stocarea temporară a datelor sau pentru efectuarea operațiilor intermediare în cadrul sistemului. Acestea sunt create și șterse dinamic de către modulele software care necesită stocare temporară, cum ar fi algoritmul de calcul al temperaturii sau procesul de actualizare a setărilor de control termic.

Fiecare fișier are un mod specific de utilizare și poate fi citit sau scris de către modulele de control termic în funcție de necesitățile operaționale ale sistemului. Este esențial să se mențină o structură clară a acestor fișiere și să se asigure gestionarea adecvată a datelor pentru funcționarea corectă a sistemului de control termic.

### Conversii de date

Conversiile de date sunt automate și sunt gestionate de Raspberry Pi pentru a interpreta și procesa datele provenite de la senzori. După conversie, informațiile sunt transmise către baza de date pentru stocare și analiză ulterioară.

### Interfețe utilizator

Utilizatorii sistemului sunt parte a unei singure clase și beneficiază de toate facilitățile oferite de sistem. Aceste facilități includ vizualizarea datelor referitoare la temperatură, umiditate, calitatea aerului, lumina, precum și posibilitatea de a controla temperatura ambientală în funcție de preferințele lor.

#### Intrări

Utilizatorul poate introduce informații în sistem folosind Ecranul de control. În secțiunea Control manual, utilizatorul are posibilitatea de a seta temperatura dorită, de a alege între încălzire și răcire a camerei, precum și de a porni sau opri sistemul.

În secțiunea Control automat, utilizatorul poate introduce temperatura dorită și intervalul în care aceasta trebuie menținută la acea valoare. Aceste ecrane de intrare sunt proiectate pentru a fi intuitive și ușor de utilizat, oferind utilizatorului o experiență eficientă și fără erori.

Pentru a preveni trecerea peste editare și pentru a asigura introducerea corectă a datelor, controalele de introducere a datelor sunt concepute pentru a fi clare și concise, iar mesajele de erori și avertizări sunt furnizate pentru a ghida utilizatorul în procesul de introducere a datelor.

#### Ieșiri

Datele preluate de la senzori sunt afișate pe ecranul denumit Panou de vizualizare. Aceste date sunt prezentate sub formă numerică sau sub formă de mesaje, precum "Aer bun" sau "Lumină suficientă". Acest panou de vizualizare oferă utilizatorului informații clare și ușor de înțeles despre parametrii monitorizați de sistem.

Scopul acestei ieșiri este de a oferi utilizatorului o perspectivă rapidă și accesibilă asupra stării mediului monitorizat. Nu există restricții de acces pentru această funcționalitate, iar orice utilizator al sistemului poate accesa Panoul de vizualizare pentru a vedea datele actuale ale senzorilor.

### Proiectarea interfețelor cu utilizatorul

Interfața prezentată exemplifică o funcționalitate de bază: afișarea orei curente și a temperaturii din camera unde este amplasat display-ul. În acest caz, display-ul se află în living (Living).

Observăm următoarele elemente pe interfață:

* Ora este prezentată în format digital, cu orele, minutele și secundele separate prin două puncte (ex: 9:15:09).
* Temperatura este afișată în grade Celsius, cu o virgulă ce separă partea întreagă de cea fracționară (ex: 25,2 °C).
* Eticheta camerei „Living” clarifică faptul că temperatura prezentată este specifică încăperii respective.

Designul interfeței prioritizează simplitatea și lizibilitatea. Folosind fonturi mari, clare și o schemă de culori cu contrast ridicat (text alb pe fundal negru), asigură o vizualizare rapidă a informațiilor, chiar și de la distanță.

*A white rectangular sign with black numbers

Description automatically generated*

*Figura 4 - Ecranul principal*

Al doilea ecran prezintă o interfață care oferă două opțiuni principale: un panou de control și un panou de vizualizare a datelor. De asemenea, afișează data curentă, ora și numele ecranului.

* Panou de control: această opțiune, reprezentată printr-o etichetă text, duce către o interfață dedicată controlului, unde utilizatorii pot gestiona diferite dispozitive.
* Panou de vizualizare a datelor: această opțiune, reprezentată printr-o etichetă, conduce către o interfață unde utilizatorii pot vedea date diverse legate de sistemul lor de casă inteligentă.
* Ceas: este prezentat un ceas digital care arată ora curentă într-un format clar și ușor de citit. Astfel, utilizatorii pot verifica rapid ora fără a fi necesară navigarea către alte ecrane.
* Numele ecranului: eticheta „Meniu principal” indică faptul că acesta este ecranul principal al interfeței sistemulu.
* Data: data curentă este afișată într-un format standard, oferind utilizatorilor context suplimentar alături de oră.

Interfața este proiectată să fie simplă, intuitivă și ușor de utilizat. Ierarhia vizuală clară, cu opțiuni și etichete distincte, îi ghidează pe utilizatori către funcționalitatea dorită. Utilizarea unui stil de font și a unei scheme de culori consecvente sporesc lizibilitatea și mențin o interfață grafică uniformă.

*A blue circles with white text

Description automatically generated*

*Figura 5 - Meniu principal*

Al treilea ecran prezintă o imagine de ansamblu asupra datelor provenite de la diferiți senzori. Acesta funcționează ca un dashboard central pentru monitorizarea și analiza diverșilor parametri de mediu și a stării dispozitivelor.

Ecranul afișează date de la mai mulți senzori, grupate pe secțiuni distincte:

* Temperatură: această secțiune prezintă valorile temperaturii înregistrate de senzori amplasați în diferite locații din casă, oferind o perspectivă asupra variațiilor de temperatură între încăperi sau zone.
* Umiditate: această secțiune afișează valorile umidității din aer, înregistrate de senzori specifici. Monitorizarea umidității ajută la menținerea unui nivel confortabil de trai în interior
* Calitatea aerului: această secțiune prezintă date despre calitatea aerului, inclusiv măsurători ale particulelor în suspensie (PM) și dioxidului de carbon (CO2). Valorile înregistrate ajută la evaluarea calității aerului din interior și la identificarea potențialilor poluanți atmosferici.
* Lumina: această secțiune afișează intensitatea luminii detectată de senzori, oferind informații despre nivelul de iluminare ambientală în diferite zone ale casei.
* Radiație: această secțiune prezintă date despre radiație, măsurători ale nivelului radiației ultraviolete (UV).

Interfața este proiectată să fie informativă din punct de vedere vizual și ușor de navigat. Utilizarea etichetelor clare, a formatării consecvente și a unei scheme de culori codificate facilitează identificarea și interpretarea datelor provenite de la diferiți senzori. Organizarea ecranului permite utilizatorilor să scaneze și să compare rapid informațiile din diferite categorii.

*A screenshot of a screen

Description automatically generated*

*Figura 6 - Panoul de vizualizare al parametrilor*

Ecranul "Panou de control" oferă utilizatorilor posibilitatea de a gestiona manual sau automat setările de încălzire și răcire. De asemenea, permite configurarea temperaturilor dorite, a tipului de încălzire/răcire și a intervalului orar în care să fie active setările.

Elemente și funcționalități

* Comutare Mod: utilizatorul poate alege între modul manual și automat prin intermediul unei opțiuni de tip buton switch
* Modul manual: în modul manual, utilizatorul poate ajusta manual temperatura și porni/opri sistemul de încălzire/răcire.
* Modul automat: În modul automat, sistemul utilizează algoritmi și reguli predefinite pentru a menține temperatura dorită, optimizând consumul de energie.
* Setarea temperaturii: două casete de introducere permit setarea temperaturilor dorite pentru încălzire și răcire, exprimate în grade Celsius.
* Tipul de încălzire/răcire: utilizatorul poate selecta tipul de sistem de încălzire/răcire dorit, de exemplu
* Interval orar: utilizatorul poate configura un interval orar specific în care setările de încălzire/răcire să fie active. Acest lucru poate fi util pentru a economisi energie când casa este goală sau pentru a menține o temperatură confortabilă în timpul nopții.

Interfața este proiectată să fie ușor de utilizat și intuitivă. Elementele sunt clar etichetate, iar opțiunile sunt organizate logic. Utilizatorii pot naviga cu ușurință prin funcții și pot configura setările dorite rapid și simplu.

*A screenshot of a computer

Description automatically generated*

*Figura 7 - Panoul de control al temperaturii*

## Scenarii de utilizare

Pe ecranul principal al sistemului sunt afișate ora curentă, dar și valoarea temperaturii din încăpere în momentul curent. Pentru a interacționa cu sistemul, utilizatorul trebuie să efectueze un click pe ecran pentru a schimba meniul în care se află.

După efectuarea click-ului, pe display este afișat un nou meniu, în care utilizatorul are posibilitatea să aleagă dintre două variante, prima dintre ele este denumită “Panou de vizualizare”, iar a doua este “Panou de control”.

Un aspect important care trebuie menționat este următorul: dacă utilizatorul interacționează cu sistemul și accesează orice fereastră a acestuia, după un interval de 30 de secunde de la ultima interacțiune, interfața revine la starea inițială, la ecranul principal denumit și “Screen saver”, în care sunt afișate doar ora și temperatura curentă. Astfel sistemul intră într-o stare de așteptare până la următoare comandă, ceea ce sporește gradul de eficiență energetică.

În primul caz, dacă utilizatorul efectuează un click pe butonul “Panou de vizualizare”, interfața se schimbă și pe ecran apare un panou în care utilizatorul poate observa mai multe valori înregistrate de către senzorii sistemului. Valorile afișate sunt următoarele: temperatura și umiditatea din încăpere, calitatea aerului interior și exterior, starea luminii, adică dacă este suficientă lumină în încăpere și cantitatea de radiație UV din mediul exterior.

De asemenea, în cadrul acestei ferestre, sunt afișate ora curentă și un buton, care dacă este apăsat comută interfața în meniul anterior. Utilizatorul poate rămâne în cadrul acestui ecran dacă interacționează cu acesta, sau după 30 de secunde de inactivitate ecranul se va comuta automat la ecranul principal.

În al doilea caz, dacă utilizatorul alege să acceseze butonul “Panou de control”, se va deschide fereastra corespunzătoare acestui aspect. În cadrul acestei ferestre, sunt afișate mai multe elemente care vor fi detaliate în continuare.

În partea de sus regăsim același meniu ca în fereastra anterioară, adică un buton de revenire la meniul principal, denumirea ecranului și ora curentă.

În continuare urmează un switch care permite utilizatorului să comute între modul manual și cel automat de control al temperaturii.

În legătură cu controlul manual, utilizatorul poate opta între încălzire sau răcirea încăperii, utilizând un comutator disponibil pe interfața grafică. Utilizatorul poate seta temperatura dorită și poate controla pornirea și oprirea sistemului prin intermediul altui comutator.

În ceea ce privește controlul automat, utilizatorul poate programa un interval orar și temperatura dorită pentru funcționarea sistemului în mod automat. După stabilirea acestor parametri, sistemul va opera autonom, respectând un set de reguli prestabilite, fără a mai necesita intervenția utilizatorului.

Controlul automat se referă la gestionarea sistemului într-un interval în care utilizatorul nu este prezent fizic în încăpere, dar dorește ca temperatura să fie menținută la o valoare constantă. Această valoare este de obicei mai scăzută decât temperatura normală pentru a îmbunătăți eficiența energetică a sistemului.

Sistemul va anticipa temperatura, astfel încât, în cazul controlului automat, să înceapă funcționarea cu o anumită perioadă înainte de ora stabilită de utilizator. Scopul este ca, la momentul pornirii efective a sistemului, temperatura să fie deja reglată la nivelul predefinit de către utilizator.

## Proiectare de detaliu

Pentru a construi și integra eficient componentele hardware, se utilizează un microcontroller Raspberry Pi, care este conectat la senzori specializați pentru măsurarea temperaturii, umidității, calității aerului și alte parametri relevanți. Acești senzori sunt amplasați strategic în diverse zone ale clădirii pentru a asigura o monitorizare adecvată a mediului interior.

Pentru partea de software, se folosește limbajul de programare Python pentru dezvoltarea aplicației de control și monitorizare. Această aplicație este implementată pe Raspberry Pi și gestionează datele colectate de senzori, efectuând calculele necesare pentru a optimiza temperatura și condițiile ambientale în interiorul clădirii.

Integrarea componentelor hardware și software se realizează prin intermediul unui sistem de comunicații intern, care permite transferul rapid și eficient al datelor între Raspberry Pi, senzori și alte dispozitive periferice, cum ar fi display-ul de afișare a informațiilor.

Pentru a interconecta segmentele hardware și software într-un produs funcțional, se utilizează protocoale standard de comunicație, cum ar fi protocolul HTTPS pentru comunicarea cu baza de date și protocolul I2C pentru conexiunea cu dispozitivele periferice.

Procedurile detaliate pentru combinarea pachetelor separate externe într-un singur sistem implică efectuarea unor teste ample de integrare pentru a se asigura că toate componentele funcționează împreună în mod corespunzător. Fiecare pas al procesului de integrare este elaborat și documentat pentru a garanta că sistemul de control termic al clădirii este construit și integrat în mod eficient și cu succes.

### Proiectare hardware de detaliu

Pentru a garanta o construcție și integrare corectă a componentelor hardware ale sistemului de control termic al clădirii, este esențiall să oferim informații detaliate despre fiecare componentă în parte. Această etapă implică documentarea detaliată a cerințelor specifice pentru fiecare componentă, inclusiv Raspberry Pi 4 și senzorii săi. De asemenea, este de o importanță deosebită să înțelegem cu claritate interfețele de comunicare, cum ar fi porturile HDMI și USB utilizate pentru conectarea diverselor periferice. Capacitatea de stocare a datelor locale și cerințele de procesare sunt, de asemenea, aspecte cheie care trebuie luate în considerare pentru a asigura funcționarea corectă și integrarea eficientă a componentelor hardware în sistemul final. Aceste informații detaliate vor fi prezentate în documente anexe, pentru a asigura o înțelegere completă a fiecărei componente și a rolului său în cadrul sistemului.

Pentru detalii suplimentare, vă rugăm să consultați documentul "Specificații tehnice" din anexa A la finalul acestui raport.

### Proiectare software de detaliu

* Identificator: Sistem de monitorizare și control al temperaturii
* Clasificare: Aplicație
* Definiție: Permite utilizatorilor să monitorizeze în timp real parametri legați de temperatură, umiditate, calitatea aerului, lumină, radiație UV, dar permite și controlul temperaturii.
* Cerințe: sistemul necesită conexiune stabilă de Internet și alimentare cu energie electrică
* Structuri de date interne: Acest serviciu utilizează structuri de date pentru a stoca informații despre temperatura actuală a clădirii, setările de temperatură dorite și istoricul consumului energetic.
* Constrângeri: Constrângerile includ limitările de timp pentru reglarea temperaturii, capacitatea sistemului de stocare a datelor și sincronizarea între diferitele componente ale sistemului de control termic.
* Compoziție: Serviciul este compus din subservicii care gestionează încălzirea, răcirea, ventilarea și distribuția aerului în clădire, fiecare având rolul său în menținerea unei temperaturi optime.
* Utilizatori/Interacțiuni: Acest serviciu colaborează cu alte sisteme din clădire, precum senzorii de temperatură, termostatele, sistemele de ventilație și sistemele de automatizare a clădirilor pentru a monitoriza și regla eficient temperatura.
* Procesare: Serviciul folosește algoritmi pentru a determina momentele optime pentru pornirea și oprirea sistemelor de încălzire și răcire, în funcție de temperatura exterioară, programul de ocupare a clădirii și preferințele utilizatorilor.
* Interfețe/Exporturi: Acest serviciu oferă interfețe pentru a permite utilizatorilor să seteze temperaturile dorite și să vizualizeze datele de monitorizare a temperaturii. Exporturile includ datele despre consumul energetic și rapoartele de eficiență energetică.
* Raportare Design și Integrare: În cadrul acestui serviciu, se furnizează detalii despre traficul de date și volumele de date pentru a evalua eficiența energetică și pentru a ghida integrarea cu alte sisteme din clădire.

### Proiectare de detaliu pentru performanța sistemului

1. Placa de Dezvoltare Raspberry Pi 4

* Cerințe/Estimări de Capacitate și Volum: Capacitatea de a rula aplicații complexe și diverse proiecte IoT, volumul datelor procesate depinde de aplicația specifică.
* Așteptări de Performanță: Performanță rapidă și fiabilă pentru rularea aplicațiilor, răspuns rapid la comenzi și interacțiune cu dispozitivul.
* Cerințe de Disponibilitate: Disponibilitate continuă pentru a asigura funcționarea fără întreruperi a aplicațiilor.
* Proiectare de Performanță pentru a Îndeplini Cerințele de Capacitate: Utilizarea SoC Broadcom BCM2711 pentru a asigura o performanță îmbunătățită, opțiuni de memorie RAM extensibilă pentru a satisface cerințele de capacitate.
* Proiectare de Fiabilitate pentru a Îndeplini Cerințele de Disponibilitate: Fabricare în uzina Sony din Țara Galilor pentru a asigura calitatea și fiabilitatea, componente robuste și testate pentru a minimiza riscul de defecte.
* Proiectare de Backup, Recuperare și Arhivare: Posibilitatea de a crea și gestiona copii de siguranță ale datelor, implementarea soluțiilor de recuperare rapidă în caz de eșec.
* Puncte Unice de Eșec: Supraîncălzirea din cauza utilizării intensive sau a condițiilor de mediu necorespunzătoare, eșecurile hardware pot apărea din cauza utilizării îndelungate sau a șocurilor mecanice.
* Proiectarea de Disponibilitate Ridicată: Implementarea tehnicii de clustering pentru a asigura redundanță și disponibilitate continuă în cazul eșecului unui nod.

1. Senzor DHT22

* Funcționalitate: Măsurarea temperaturii și umidității în mod digital și precis.
* Utilizări: Monitorizarea condițiilor de mediu în diverse aplicații, cum ar fi sistemele de climatizare sau proiectele DIY IoT.
* Specificații Cheie: Interval de măsurare a temperaturii: -40°C până la 80°C, interval de măsurare a umidității: 0% până la 100%, tensiune de alimentare: 3.3V-5.5V.

1. Senzor MQ-135

* Funcționalitate: Detectarea și măsurarea concentrației anumitor gaze nocive din aer.
* Utilizări: Monitorizarea calității aerului în diverse medii, inclusiv în locuințe și industrii.
* Specificații Cheie: Tensiune de alimentare: 5V, tip de semnal: analog și TTL, dimensiuni: 32 x 20 x 24 mm.

1. Senzor cu Fotorezistor

* Funcționalitate: Detectarea intensității luminii și variația rezistenței în funcție de aceasta.
* Utilizări: Controlul iluminării în diverse aplicații, de la sisteme de iluminat la proiecte de roboți sau IoT.
* Specificații Cheie: Tensiune de lucru: 3.3V-5V, tipul ieșirii: Ieșire digitală de comutare (0 și 1), mărimea plăcii de PCB: 3.2 cm x 1.4 cm.

1. Senzor Particule de Praf

* Funcționalitate: Măsurarea concentrației de particule fine în aer.
* Utilizări: Monitorizarea calității aerului în interior și în exterior, în diverse medii.
* Specificații Cheie: Tensiune de alimentare: 5-7V, temperatura de lucru: -10°C până la 65°C, cel mai mic detectabil: 0.8 µm.

1. Senzor UV ML8511

* Funcționalitate: Măsurarea radiației ultraviolete pentru evaluarea expunerii la raze UV.
* Utilizări: Monitorizarea nivelului de radiație UV în diverse medii și aplicații.
* Specificații Cheie: Tensiune de alimentare: 2.7V-3.6V DC, temperatura optimă de funcționare: -20°C până la 70°C, lungimea de undă detectată: 280 - 390 nm.

### Proiectare detaliată a comunicațiilor interne (între componente)

Pentru a asigura o comunicare eficientă între aceste dispozitive, trebuie stabilite specificațiile pentru cerințele de sincronizare și control al busului. În acest caz, utilizarea protocolului I2C pentru comunicație între Raspberry Pi și display ar fi o soluție potrivită. De asemenea, este necesară programarea sincronizării datelor la intervale regulate definite în cod.

Datele schimbate între componente trebuie structurate în pachete de date care conțin informații despre temperatură, umiditate, concentrație de gaze, nivel de lumină și radiație UV. Acest format va permite o interpretare coerentă și eficientă a datelor în cadrul sistemului.

În ceea ce privește conectivitatea între componente, va fi o topologie LAN simplă, în care Raspberry Pi-ul va fi conectat direct la routerul LAN. Senzorii vor fi apoi conectați la Raspberry Pi utilizând interfața GPIO. Astfel, se va avea un sistem bine structurat, în care datele vor fi colectate și procesate în mod eficient pentru monitorizarea mediului ambiental.

Aceste informații detaliate oferă un cadru solid pentru proiectarea și achiziționarea corectă a componentelor de comunicații necesare pentru implementarea sistemului de monitorizare a mediului ambiental.

## Controale pentru verificarea integrității sistemului

Pentru a asigura buna funcționare și securitatea sistemului, se vor pune în aplicare proceduri de auditare detaliate. Aceste proceduri sunt esențiale pentru a respecta standardele de control, raportare și reținere a rapoartelor operaționale și de management. În esență, acestea presupun înregistrarea și monitorizarea tuturor activităților desfășurate în cadrul sistemului, iar rezultatele vor fi folosite pentru a evalua gradul de conformitate și pentru a identifica orice anomalii sau incidente de securitate.

Pentru a garanta integritatea datelor, se vor defini și implementa tabele standard care să servească la validarea câmpurilor de date. Aceste tabele vor stabili formatele și restricțiile pentru datele introduse în sistem, astfel încât să fie respectate cerințele stricte de integritate și calitate a datelor.

În plus, se vor institui proceduri stricte de verificare pentru orice operațiuni care implică adăugarea, ștergerea sau actualizarea datelor critice. Aceste proceduri vor implica etape clare de verificare și aprobare, concepute pentru a preveni orice introducere sau modificare neautorizată a informațiilor sensibile. De asemenea, se va acorda o atenție deosebită identificării tuturor informațiilor de auditare, inclusiv identificarea utilizatorului, identificarea terminalului de rețea, dată, oră și datele accesate sau modificate. Aceasta va facilita o monitorizare eficientă a activității sistemului și va permite identificarea promptă a oricăror probleme de securitate sau de conformitate care ar putea apărea.

## Anexe

### Anexa A Documente la care se face referire

Tabel 1 – Documente la care se face referire

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nume document** | **Locație sau URL** | **Dată emitere document** |
| *Specificații tehnice* | *https://docs.google.com/document/d/1mGu9doRvHH2hWDQfwolljeTvBz24RQW1jha9ymHBNd4/edit* | *05/04/2024* |