|  |  |
| --- | --- |
| sigla_usv_nou | Universitatea „Ştefan cel Mare” - Suceava  Facultatea de Inginerie Electrică şi Ştiinţa Calculatoarelor |

LICENȚĂ in Domeniul: Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale (Rețele și Software de Telecomunicații)

Conducător științific: șl. dr. ing. Adrian Ioan Petrariu

**Sistem low power pentru preluarea datelor de mediu utilizand energie regenerabilă**

**Realizat de: Oprea Cristian-Nicolae**

- SUCEAVA 2023 -

Cuprins

[1.Sinteza lucrării 4](#_Toc153272915)

[2.Stadiul actual 4](#_Toc153272916)

[3.Justificarea temei alese 4](#_Toc153272917)

[4.Arhitectura sistemului 4](#_Toc153272918)

[4.1 Schema bloc 4](#_Toc153272919)

[4.2 Componența sistemului 5](#_Toc153272920)

[5.Nod 9](#_Toc153272921)

[5.1 Schema bloc 9](#_Toc153272922)

[5.2 Componentele utilizate 9](#_Toc153272923)

[5.3 Proiectare, dezvoltare și simulare 9](#_Toc153272924)

[5.3.1 Schema sistemului 9](#_Toc153272925)

[5.3.2 CAD(Computer Aided Design) 9](#_Toc153272926)

[5.3.3 Simularea antenelor utilizate 9](#_Toc153272927)

[5.3.4 Măsurarea parametrilor caracteristici antenelor utilizate și implementarea filtrelor necesare 9](#_Toc153272928)

[5.3.5 Testarea prototipului 9](#_Toc153272929)

[5.3.6 Implementarea componentei software 9](#_Toc153272930)

[6.Module 9](#_Toc153272931)

[6.1 Schema bloc 9](#_Toc153272932)

[6.2 Componentele utilizate 9](#_Toc153272933)

[6.3 Proiectare, dezvoltare și simulare 10](#_Toc153272934)

[6.3.1 Schemele corespunzătoare modulelor 10](#_Toc153272935)

[6.3.2 CAD(Computer Aided Design) 10](#_Toc153272936)

[6.3.3 Testarea prototipurilor 10](#_Toc153272937)

[7.Gateway 10](#_Toc153272938)

[7.1 Schema bloc 10](#_Toc153272939)

[7.2 Componentele utilizate 10](#_Toc153272940)

[7.3 Proiectare, dezvoltare și simulare 10](#_Toc153272941)

[7.3.1 Schema sistemului 10](#_Toc153272942)

[7.3.2 CAD(Computer Aided Design) 10](#_Toc153272943)

[7.3.3 Simularea antenelor utilizate 10](#_Toc153272944)

[7.3.4 Măsurarea parametrilor caracteristici antenelor utilizate și implementarea filtrelor necesare 10](#_Toc153272945)

[7.3.5 Testarea prototipului 10](#_Toc153272946)

[7.3.6 Implementarea componentei software 10](#_Toc153272947)

[8.Contribuții personale 10](#_Toc153272948)

[9.Posibilități de dezvoltare ulterioară 10](#_Toc153272949)

[10.Concluzii 10](#_Toc153272950)

[Bibliografie 10](#_Toc153272951)

**Tabelul cu figuri**

**No table of figures entries found.**

# 1.Sinteza lucrării

După finalizarea dispozitivelor (prezentarea funcțiilor realizate)

# 2.Stadiul actual

IOT(dispozitivele Nordic, Analog devices, ST)

Monitorizarea calitatii apei

Monitorizarea mediului

Studii realizate pe LoRa 2.4 GHz

# 3.Justificarea temei alese

Monitorizare și achizitie de date – urmata de actionare(prima etapă în coordonarea unor procese)

monitorizare+achizitie de date (intelegerea unui proces)

majoritatea dispozitivelor sunt axate pe achizitia de date făra să puna accent pe sursa de energie

low-power este directia spre care se indreaptă industria embedded

utilizarea unei cantitati mici de energie duce la utilizarea unui element de stocare a acesteia mai mic ce implicit formează un dispozitiv de dimensiuni reduse cu un cost scazut

platforma permite integrarea în nenumarate domenii și eventuala dezvoltare pentru mediul indoor

Dezvoltarea rapidă a supercondensatoarelor cu litiu

Existența unor dispozitive potrivite pentru sarcinile propuse cu un randament energetic ridicat

Costul realizării unui dispozitiv electronic este tot mai scazut (PCB, procese precise, transport rapid)

# 4.Arhitectura sistemului

## 4.1 Schema bloc

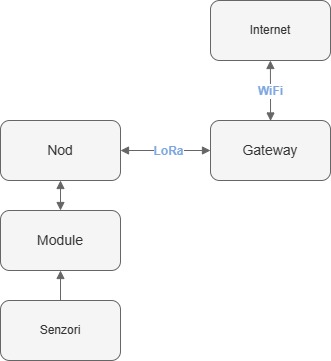


Figura de mai sus prezintă structura generală a întregului sistem ce urmează a fi implementat. Pentru a putea achiziționa date de la distanță este necesar un dipozitiv ce se află în proximitatea mediului sau proceselor ce se doresc a fi monitorizate. Nodul realizează această funcție des întâlnită în cadul IOT (Internet of Things) întrucât permite achiziția datelor fără realizarea unui număr mare de interconexiuni într-un singur punct. Arhitectura utilizată permite extinderea rețelei fără modificarea dispozitivelor aflate deja în rețea. Nodurile wireless sunt utilizate întrucât permit comunicarea fără realizarea unei infrastructuri complexe cablate. Gateway-ul permite concentrarea tuturor nodurilor dintr-o rețea către o cale comună, de obicei rețeaua internet datorită posibilității de interfațare cu numeroase dispozitive conectate.

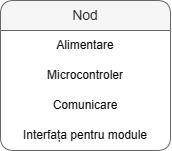
Arhitectura de tip nod-gateway este pretabilă inclusiv pentru comunicarea la distanță odată cu apariția protocolului LoRa și Zigbee. Transmisia datelor prin intermediul WiFi la distanță mare (>150m) este cu atât mai greu de realizat odată cu incrementarea frecvenței de lucru pentru atingerea unui debit informațional cât mai ridicat. Avantajele WiFi și Bluetooth este banda ocupată (2,4 GHz) ce este disponibilă utilizatorilor la nivel global. Pentru a păstra avantajele WiFi(debitul și disponibilitate) poate fi utlizat protocolul LoRa ce operază în banda ISM 2,4 GHz.

Gateway-ul permite comunicarea nodului prin intermediul rețelei Internet după preluarea pachetelor de date timise prin alt protcol (LoRa de exmeplu). Gateway-ul implementat are posibilitatea de comunicare cu utilizatorul prin intermediul NFC (utilă pentru depanare) sau BLE(posibilă pentru transmiterea datelor către un dipozitiv mobil)

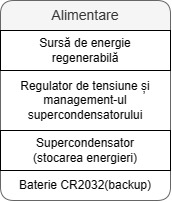
Senzorii reprezintă interfața microcontrolerului la mediu. Pentru a permite flexibilitate în ceea ce privește parametrii măsurați este necesară utilizarea unei conexiuni comune pentru toți senzorii utilizați astfel încât să poată fi realizată schimbarea senzorilor în funcție de aplicația dorită. Modul de conectare propus este similară cu interfața USB întrucât nu presupune utilizarea unui conector propriu zis ci un set de contacte expuse pe cablajul imprimat.

Atât nodul cât și gateway-ul utilizează energie regenerabilă întrucât permit redundanța întregului sistem.

## 4.2 Componența sistemului



Nodul are rolul de a prelua informații prin intermediul senzorilor și transmite informațiile la distanță cu ajutorul protocolului LoRa.



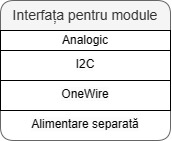
Principala componentă a acestui dispozitiv este alimentarea constituită din preluarea energiei regenerabile din diferite surse (panouri fotovoltaice, generatoare termoelectrice și fuel cell-uri), stocarea acesteia și transformarea acesteia în tensiune continuă. Pentru a asigura funcționarea în cazul lipsei energiei regenerabile circuitul integrat pentru managementul supercondensatorului poate comuta pe energia furnizată de o sursă de tip backup (în acest caz o baterie de tip CR2032).



Microcontrolerul se ocupă de achiziția datelor de la senzori, comunicarea cu transceiver-ul LoRa și controlul alimentării la sensori și transceiver. Principalele atribute ale acestei componente sunt consumul redus de energie, prezența unui ADC precis și temporizarea precisă a sarcinilor.

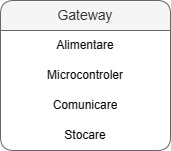


Transmiterea datelor colectate este realizată prin intermediul comunicației LoRa(Long Range) pe banda de frecvență ISM globală 2,4 GHz.

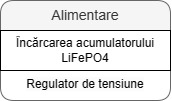


Citirea senzorilor este realizată prin intermediul unor module interschimbabile ce realizează conexiunea acestora la microcontroler după realizarea unor funcții precum alimentarea și decuplarea. Principalele protocoale suportate de aceste module sunt I2C și OneWire. Este posibilă citirea unei tensiuni prin intermediul unui pin GPIO analogic cu rezoluția de 12 biți având posibilitatea de îmbunătățire a acesteia la 16 biți prin intermediul oversampling-ului. Majoritatea senzorilor cu interfață serială disponibili utilizează protocolul I2C sau oneWire.

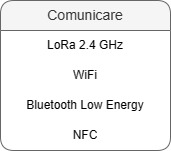
Senzorii utilizați în cadul proiectului măsoară intensitatea luminoasă, index-ul UV, temperatura unui anumit mediu, temperatura și umiditatea din aer alături de indicele PH.



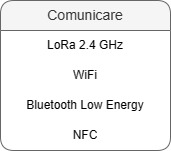
Gateway-ul are rolul de a prelua informații de la unul sau mai multe noduri și de a le transmite către Internet pentru a permite accesarea acestora de către mai mulți utilizatori.



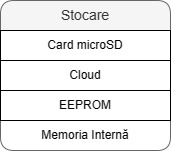
Întrucât consumul de energie este mult mai ridicat comparativ cu cel al nodului este necesară stocarea și furnizarea acestuia printr-un acumulator cu Litiu. Spre deosebire de compoziția LiIon sau LiPo, LiFePO4 permite un număr mai mare de cicli de încărcare și descărcare, o tensiune mai apropiată de caracteristica liniară regăsită în baterii și operarea la temperaturi scăzute.



Microcontrolerul are sarcina de a comunica cu elementele de stocare și utilizatori prin intermediul WiFi, BLE sau NFC și de a prelua datele primite de la transceiver-ul LoRa.



Stocarea datelor primite poate fi realizată în cardul microSD, Cloud, EEPROM-ul utilizat de transcever-ul NFC(ce poate fi accesat de utilizator cu dispozitivul mobil) și memoria internă.



# 5.Nod

## 5.1 Schema bloc

## 5.2 Componentele utilizate

## 5.3 Proiectare, dezvoltare și simulare

### 5.3.1 Schema sistemului

### 5.3.2 CAD(Computer Aided Design)

### 5.3.3 Simularea antenelor utilizate

### 5.3.4 Măsurarea parametrilor caracteristici antenelor utilizate și implementarea filtrelor necesare

### 5.3.5 Testarea prototipului

### 5.3.6 Implementarea componentei software

# 6.Module

## 6.1 Schema bloc

## 6.2 Componentele utilizate

## 6.3 Proiectare, dezvoltare și simulare

### 6.3.1 Schemele corespunzătoare modulelor

### 6.3.2 CAD(Computer Aided Design)

### 6.3.3 Testarea prototipurilor

# 7.Gateway

## 7.1 Schema bloc

## 7.2 Componentele utilizate

## 7.3 Proiectare, dezvoltare și simulare

### 7.3.1 Schema sistemului

### 7.3.2 CAD(Computer Aided Design)

### 7.3.3 Simularea antenelor utilizate

### 7.3.4 Măsurarea parametrilor caracteristici antenelor utilizate și implementarea filtrelor necesare

### 7.3.5 Testarea prototipului

### 7.3.6 Implementarea componentei software

# 8.Contribuții personale

# 9.Posibilități de dezvoltare ulterioară

# 10.Concluzii

## 

# Bibliografie