



**ИНСТИТУТ ЗА МАТЕМАТИКУ И ИНФОРМАТИКУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

Пројекат

Предмет:

Микропроцесорски системи

**Мерење концентрације PM1.0, PM2.5, PM10 честица и повезивање са
LoRaWan мрежом**

Студент:

Урош Петронијевић 73/2019

Професор:

др Александар Пеулић

Крагујевац, 2023. год.

Садржај

Увод	3
LoRaWan.....	4
Архитектура LoRaWan-а.....	4
Концентрација PM1.0, PM2.5 и PM10 честица у Србији	5
Шема пројекта - Proteus	6
Објашњење појединих делова кода	7
LCD функције.....	8

Увод

Глобално загревање и климатске промене су довеле до повећања PM1.0, PM2.5 и PM10 честица које имају веома штетан утицај на човека јер су истраживања показала да ове честице изазивају канцер. Ове честице настају из различитих извора укључујући индустријске активности, емисије возила, градилишта и природне процесе. PM1, PM2.5, и PM10 се односе на честице пречника 1 микрона (μm), 2.5 μm и 10 μm респективно. Мерењем концентрације ових величина честица, истраживачи и еколошке агенције могу да прикупе податке о квалитету ваздуха на различитим локацијама широм Србије. Ове информације помажу да се идентификују области са високим нивоом загађења, разумеју извори загађења и развију стратегије за ублажавање и побољшање квалитета ваздуха.

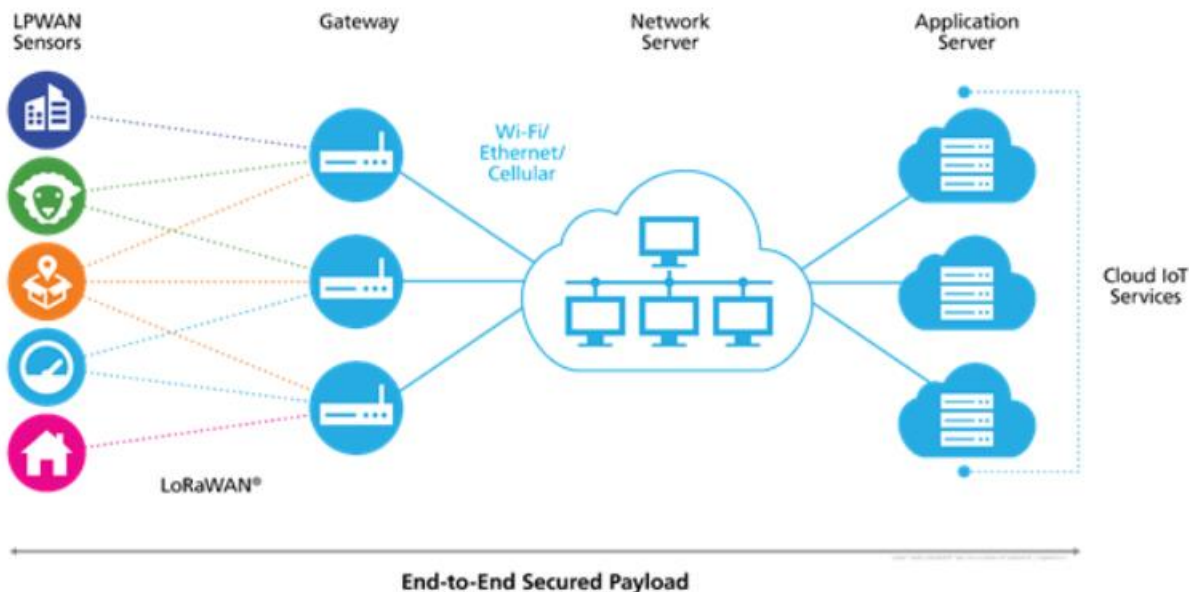
LoRaWan

LoRaWan (Long Range Wide Area Network) је бежични комуникациони протокол дизајниран за дуготрајну комуникацију мале енергије између уређаја у апликацијама Интернета ствари (IoT). Омогућава уређајима да шаљу мале количине података на велике удаљености уз минималну потрошњу енергије.

Кључне карактеристике и компоненте LoRaWan-а:

1. Комуникација великог домета: LoRaWan користи технологију мале снаге, широке мреже (LPWAN) која омогућава уређајима да комуницирају на удаљеностима од неколико километара у руралним до неколико стотина метара у урбаним срединама. Ова могућност дугог домета га чини погодним за апликације које захтевају повезивање на великим површинама.
2. Мала потрошња енергије: LoRaWan уређаји су дизајнирани да раде са малог снагом, што им омогућава дуго трајање батерије. Ово се постиже коришћењем ниских брзина преноса података и оптимизованих шема преноса, које омогућавају уређајима да штеде енергије и раде на малим батеријама током дужег периода.
3. Ниска брзина преноса података, мали терет: LoRaWan је оптимизован за пренос малих количина података при релативно ниским брзинама података. Идеалан је за апликације које захтевају ретке, мале преносе података, као што су читавање сензора или ажурирања статуса.
4. Широка покривеност и скалабилност: LoRaWan мреже могу да подрже велики број уређаја унутар једне мреже. Архитектура мреже омогућава скалабилност и може да рукује хиљадама до милионима уређаја, што га чини погодним за примену на нивоу града или земље.
5. Двосмерна комуникација: LoRaWan подржава двосмерну комуникацију, омогућавајући уређајима да шаљу податке у мрежу (uplink) и примају податке са мреже (downlink). Ово омогућава даљинску контролу и конфигурацију уређаја.
6. Инфраструктура ниске цене: LoRaWan ради на нелиценцираним фреквентним опсезима, смањујући инфраструктурне трошкове повезане са постављањем и одржавањем мреже. Може да користи постојећу мобилну инфраструктуру или да се користи као самостална мрежа.
7. Безбедност: LoRaWan укључује различите безбедносне механизме за заштиту преноса података и аутентикације уређаја. Користи шифровање и проверу интегритета порука да би обезбедио безбедну комуникацију између уређаја и мреже.

Архитектура LoRaWan-а



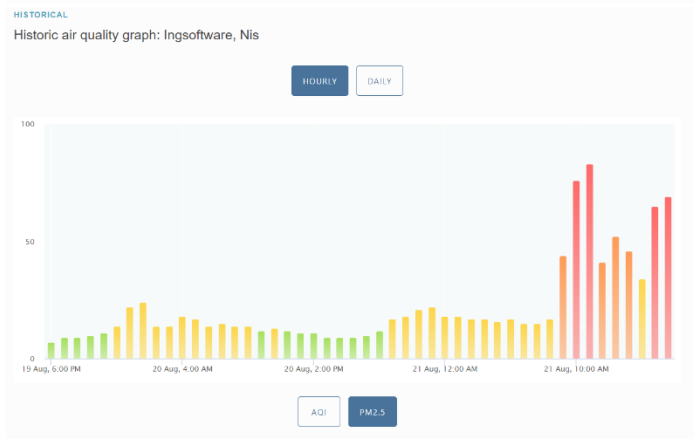
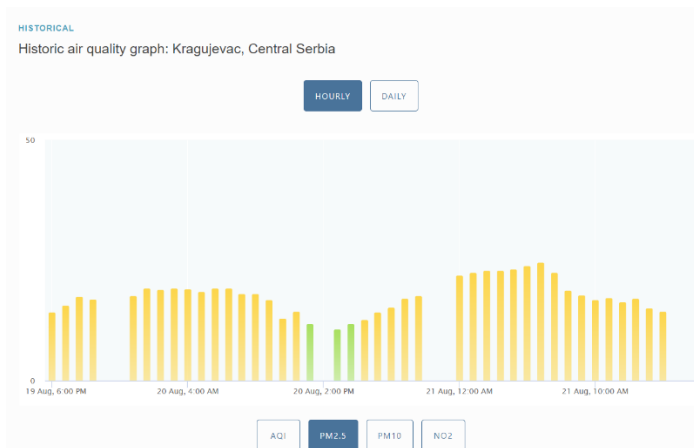
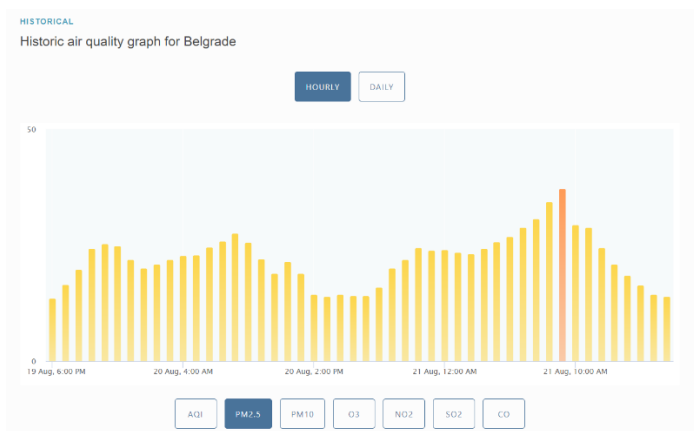
Архитектура LoRaWan састоји се од 3 главне компоненте:

- **Крајњи уређаји (сензори)** – су сензорски чворови или уређаји који прикупљају податке и преносе их преко LoRaWan мреже. Обично су уређаји мале снаге са ограниченим могућностима обраде и дизајнирани су да раде дуго времена на малим батеријама. Крајњи уређаји могу укључивати различите типове сензора, као што су сензори температуре, сензори влажности, детектори покрета, сензори за детекцију поменутих честица или било који други сензор који хвата релевантне податке. Они користе LoRa модулациону шему за пренос пакета података до оближњих капија.
- **LoRaGateway** – Гејтови делују као мост између крајњих уређаја и мрежног сервера. Они примају пакете података које преносе крајњи уређаји и прослеђују их мрежном серверу на даљу обраду. Gateway је опремљен са LoRaWan компатибилним примопредајницима и антенама за комуникацију са крајњим уређајима. Они обично имају већу процесорску снагу и повезују се са мрежним сервером користећи стандарде IP протокола, као што су Ethernet или ћелијске мреже.
- **Мрежни сервер** – управља LoRaWan мрежом и координира комуникацију између крајњих уређаја и сервера апликација. Он прима пакете података са мрежних пролаза и обавља различите задатке, укључујући аутентификацију, рутирање података и управљање мрежом. Мрежни сервер је одговоран за дешифровање примљених пакета података, проверу интегритета података и њихово прослеђивање одговарајућем серверу апликација. Такође управља комуникацијом на нижем линку, слањем команди или података са сервера апликација назад до крајњих уређаја преко мрежних пролаза.
- **Апликативни сервер** – сервер апликација је одговоран за обраду података примљених од мрежног сервера и извршавање задатака специфичних за апликацију. Прикупља и анализира податке, примењује пословну логику и генерише увиде или покреће акције на основу примљених информација. Сервер апликације комуницира са мрежним сервером користећи стандарде API-ја или протоколе за размену података.

Све у свему, архитектура LoRaWan формира скалабилну и децентрализовану мрежу у којој крајњи уређаји комуницирају са мрежним пролазима на великим удаљеностима, а мрежни пролази прослеђују податке мрежном серверу. Мрежни сервер управља мрежом и олакшава комуникацију између крајњих уређаја и сервера апликација, омогућавајући широком спектру IoT апликација да искористе предности комуникације дугог домета и мале енергије коју обезбеђује технологија LoRaWan.

Концентрација PM1.0, PM2.5 и PM10 честица у Србији

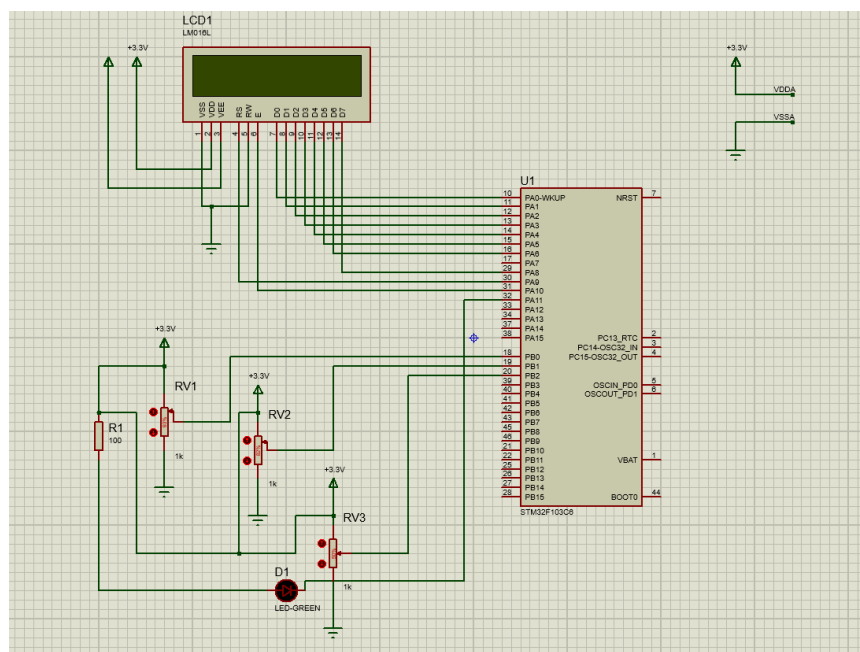
На датим графицима можемо да видимо концентрацију PM2.5 и PM10 честица у Крагујевцу, Београду и једном од најзагађенијих делова Ниша. Честице PM2.5 су опасније зато што су мање и продире лакше до плућа. На графику можемо видети да је концентрација PM2.5 честица у Крагујевцу током целог дана била изван нормалног нивоа. На графицима можемо видети да је највећа концентрација PM честица око 10 часова пре подне током дана. На графицима можемо видети да је концентрација PM10 честица углавном у нормалним интервалима безбедним за људско здравље. На последњим графицима можемо да видимо концентрацију PM2.5 честица у једном од најзагађенијих делова Ниша. Можемо видети да је концентрација веома висока, чак много већа него у Београду.



Шема пројекта - Proteus

На слици је приказана шема објекта, као замена за хардверску реализацију пројекта.

Као замена за сензор сам користо 3 потенциометра како бих симулирао вредности које би сензор прочитао. Све добијене вредности се могу прочитати на LED дисплају. На LED дисплају се могу прочитати концентрација честица у формату {PM1: **broj**, PM2.5: **broj**, PM10: **broj**}. Поставио сам и једну LED диоду како бисмо могли да видимо променеме визуелно на самој диоди. Услед мењања вредности на потенциометру и светлост на самој диоди се мења.



Објашњење појединих делова кода

```
float pm_sensor_read_pm1()
{
    HAL_ADC_Start(&hadc1);
    HAL_ADC_PollForConversion(&hadc1, HAL_MAX_DELAY);
    res=HAL_ADC_GetValue(&hadc1);

    pm1=res*100/4095;

    HAL_Delay(1000);
    duzina_poruke = sprintf(buffer, "%u", pm1);
    //Slanje podataka
    return pm1;
}

float pm_sensor_read_pm25()
{
    HAL_ADC_Start(&hadc2);
    HAL_ADC_PollForConversion(&hadc2, HAL_MAX_DELAY);
    res=HAL_ADC_GetValue(&hadc2);

    pm2_5=res*100/4095;

    HAL_Delay(1000);
    duzina_poruke = sprintf(buffer, "%u", pm2_5);
    //Slanje podataka
    return pm2_5;
}

float pm_sensor_read_pm10()
{
    HAL_ADC_Start(&hadc3);
    HAL_ADC_PollForConversion(&hadc3, HAL_MAX_DELAY);
    res=HAL_ADC_GetValue(&hadc3);

    pm10=res*100/4095;

    HAL_Delay(1000);
    duzina_poruke = sprintf(buffer, "%u", pm10);
    //Slanje podataka
    return pm10;
}
```

Функције ***pm_sensor_read_pm1***, ***pm_sensor_read_pm25*** и ***pm_sensor_read_pm10*** служе за очитавање вредности са потенциометра и претварање тих аналогних сигнала у дигитални како би се могла очитати вредност самих честица. Очитане вредности се смештају у променљиву **buffer** и функције враћају концентрацију честица појединачно.

LCD функције

Сада следи објашњење функције за испис поруке на LCD-у.

```
void LCD_fun(uint8_t value, uint8_t ind){  
  
    uint8_t data1;  
  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_14, ind);  
  
    data1 = value & 0x01;  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_6, data1);  
  
    data1 = (value >> 1) & 0x01;  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_7, data1);  
  
    data1 = (value >> 2) & 0x01;  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_8, data1);  
  
    data1 = (value >> 3) & 0x01;  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_9, data1);  
  
    data1 = (value >> 4) & 0x01;  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_10, data1);  
  
    data1 = (value >> 5) & 0x01;  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_11, data1);  
  
    data1 = (value >> 6) & 0x01;  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_12, data1);  
  
    data1 = (value >> 7) & 0x01;  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_13, data1);  
  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, enableLcd, GPIO_PIN_SET);  
    HAL_Delay(5);  
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, enableLcd, GPIO_PIN_RESET);  
}
```

Функција LCD_fun неопходно је проследити одговарајуће вредности у променљиву *value* и индикатор (променљива *ind*), који означавају да ли послата вредност треба да се третира као наредба (*ind*=0), или вредност за испис (*ind*=1).

```
void ispis_LCD(char tekst[]){  
  
    int i=0;  
    LCD_fun(0x01, 0);  
  
    while(tekst[i]){  
        LCD_fun(tekst[i],1);  
        i++;  
    }  
}
```

Функција *ispis_LCD*, прима поруку коју би требало да испише и затим сваки карактер шаље у претходно описану функцију. Пре било ког исписа позива се и LCD_fun(0x01, 0); што представља команду (*ind* ће бити 0) за брисање садржаја на екрану.


```

void loop() {
    // Read PM sensor values
    float pm1_value = pm_sensor_read_pm1();
    float pm25_value = pm_sensor_read_pm25();
    float pm10_value = pm_sensor_read_pm10();

    // Convert PM values to payload format (JSON)
    char payload[150];
    sprintf(payload, sizeof(payload), "{\"PM1\":%.2f,\"PM2.5\":%.2f,\"PM10\":%.2f}", pm1_value, pm25_value, pm10_value);

    // Join LoRaWAN network if not joined already
    //if (!IsReJoin0Required()) {
    //    IsReJoin0Required();
    //}

    // Send payload if joined
    //if (lorawan_is_joined()) {
    //    lorawan_send_payload(payload);
    //}

    ispis_LCD(payload);

    // Sleep or wait for next cycle
    HAL_Delay(10000); // 10 seconds delay
}

```

Функција *loop* се позива директно у main-у и у овој функцији се читавају вредности и смештају у променљиву *payload*. Такође би требало да у овој функцији требамо да се повежемо са LoRaWAN мрежом.