

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Katedra telekomunikační techniky



Bezdrátové senzorové sítě

Semestrální projekt

Vypracoval: Jakub Mlýnek

Login: MLY0037

Forma studia: prezenční

Datum: 15.04.2023

ak. r 2022/2023

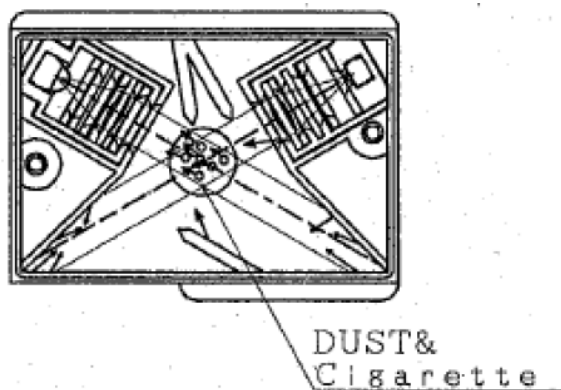
## 1. Zadání projektu

S využitím vývojové desky Arduino UNO (Adafruit Feather 32u4 RFM95 LoRa) a příslušného modulu/senzoru sestavte funkční zapojení obvodu, které bude měřit požadovanou veličinu / detekovat příslušnou událost. Tato bude přenesena prostřednictvím sítě LoRaWAN, zaznamenána do k tomu určené databáze a vizualizována pomocí vhodného grafického zobrazení.

## 2. Popis senzoru

Sharp GP2Y1010AU0F je optický senzor prachových částic. Skládá se z infračervené diody, která vyzařuje světlo do snímané oblasti. Diagonálně od IR diody je umístěna fotodioda, která snímá množství odraženého světla od prachových částic. Výstupem senzoru je hodnota napětí odpovídající množství prachových částic na metr krychlový ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) na pinu 5. Tuto hodnotu připojíme na desku Adafruit M0 k ADC převodníku, kde je napětí převedeno na číslo v rozsahu 0–1023. Pomocí přepočtu je poté zjištěno množství prachových částic ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

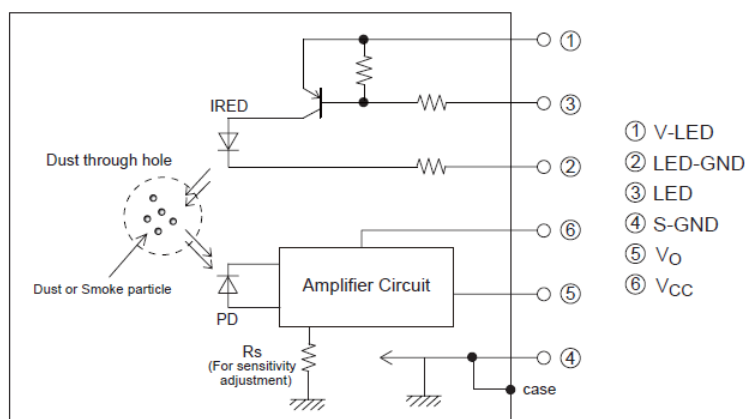
Senzor je vhodný pro detekování drobných prachových částic, jako například kouř z cigaret nebo běžný prach v budově. V praxi lze tento senzor použít v klimatizačních jednotkách nebo v čističi ovzduší. Cena senzoru se pohybuje okolo 180,- Kč.



Obrázek 3 - přední pohled na řez senzorem



Obrázek 1 - senzor Sharp GP2Y1010AU0F



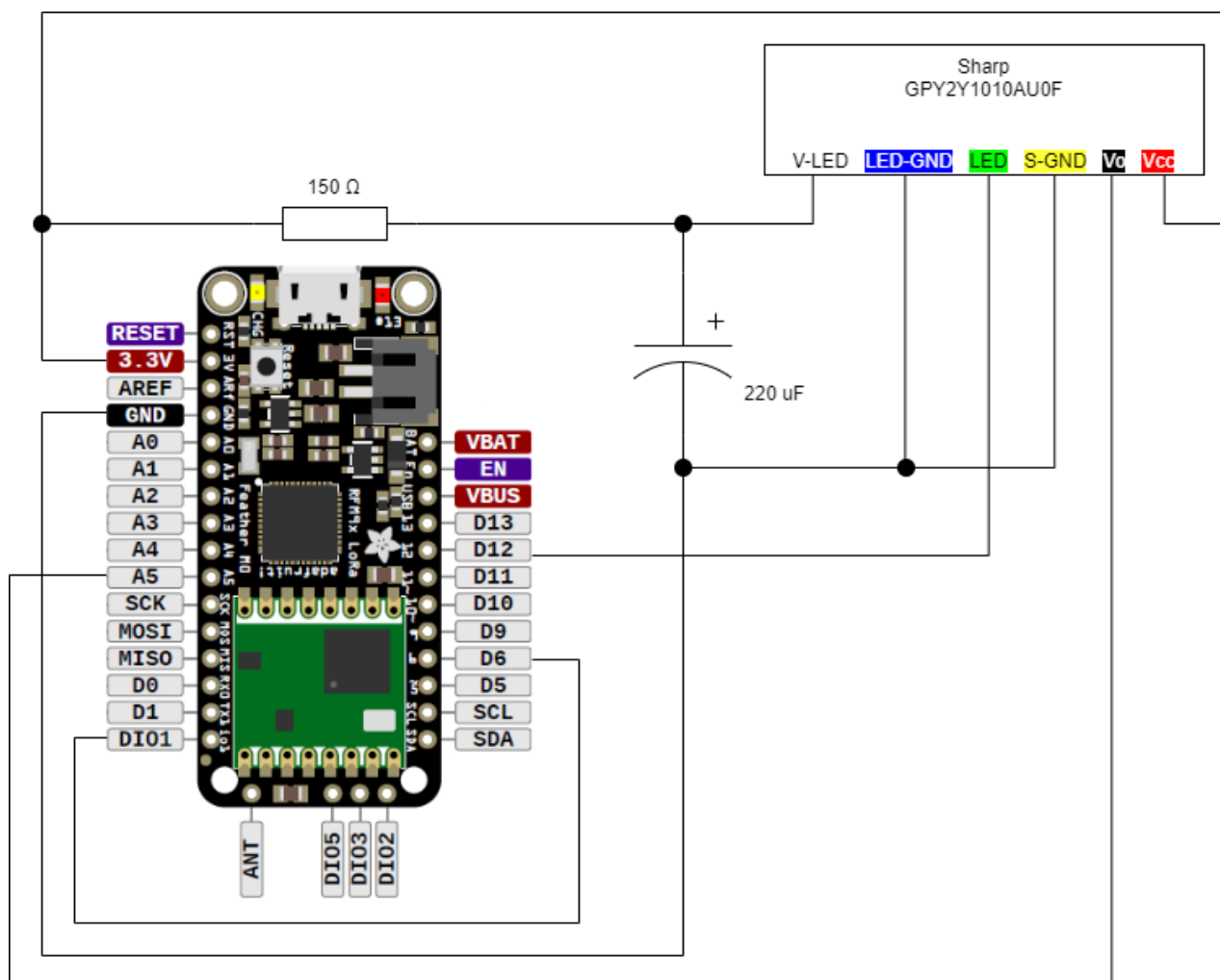
Obrázek 2 - vnitřní zapojení senzoru

### 3. Popis modulu Adafruit M0+ LoRa

Jedná se o desku Adafruit M0+ se zabudovaným LoRa vysílačem/přijímačem.

- Pracuje s 3.3V logikou
- Maximální výstupní proud 500 mA
- 20 GPIO pinů
- Podpora I2C, SPI, Seriál
- Vestavená 100mA nabíječka baterií, konektor na připojení baterie.
- LoRa modul
  - RFM9x LoRa 868/915 MHz.
  - Vyzařovací výkon max. 100 mW (20 dBm)
  - Odběr proudu v klidovém režimu = 300 uA
  - Odběr proudu při vysílání 100 mW = 120 mA

### 3. Schéma zapojení



Obrázek 4 - schéma zapojení senzoru s deskou Adafruit M0+

## 4. Programový kód

```
//nacteni knihoven
#include <lmic.h>
#include <hal/hal.h>
#include <SPI.h>
#include <CayenneLPP.h>

//maximalni velikost zpravy = 51 bitu
CayenneLPP lpp(51);

//piny senzoru
int sensePin = A5; //pin A5 pro snimani
int ledPin = 12; //pin 12 pro IR LED

//hodnoty period pro snimani senzorem
int Tsampling = 280;
int Tdelta = 20;
int Tsleep = 9680;

//definovani merenych promennych
float outVoltage = 0;
float adcVoltage= 0;
float dustLevel = 0;

//LoRaWAN klice pro pristup na TTN sit
static const PROGMEM u1_t NWKSKEY[16] = { 0xD2, 0xF4, 0x84, 0x42, 0xBE, 0x77,
0x34, 0x14, 0xC6, 0x99, 0xC2, 0x49, 0xAF, 0x8F, 0x38, 0x4C }; // LoRaWAN
NwkSKey, network session key, MSB

static const u1_t PROGMEM APPSKEY[16] = { 0x74, 0xC9, 0x96, 0x5C, 0x80, 0x7E,
0x93, 0xC3, 0x6B, 0x9C, 0x96, 0xEE, 0xC0, 0x77, 0xC4, 0xF1 }; // LoRaWAN
AppSKey, application session key, MSB

static const u4_t DEVADDR = 0x260B7BEE;

// Mapovani LoRa pinu pro Adafruit M0
#if defined(ARDUINO_SAMD_FEATHER_M0) || defined(ADAFRUIT_FEATHER_M0)
const lmic_pinmap lmic_pins = {
    .nss = 8,
    .rxtx = LMIC_UNUSED_PIN,
    .rst = 4,
    .dio = {3, 6, LMIC_UNUSED_PIN},
    .rxtx_rx_active = 0,
    .rssi_cal = 8,
    .spi_freq = 8000000,
};
#else
# error "Unknown target"
```

```

#endif

static osjob_t sendjob;
const unsigned TX_INTERVAL = 60; //interval odesilani = 60 sekund

//funkce pro naplanovani vysilani
void onEvent (ev_t ev) {
    if(ev == EV_TXCOMPLETE) {
        os_setTimedCallback(&sendjob, os_getTime()+sec2osticks(TX_INTERVAL),
do_send);
    }
}

//funkce pro vyceteni dat ze senzoru
float getValue () {

    digitalWrite(ledPin,LOW);
    delayMicroseconds(Tsampling);

    outVoltage = analogRead(sensePin);

    delayMicroseconds(Tdelta);
    digitalWrite(ledPin,HIGH);
    delayMicroseconds(Tsleep);

    adcVoltage = outVoltage * (3.3 / 1023);
    dustLevel = 0.17 * adcVoltage - 0.1;
    return(dustLevel);
}

//funkce ziska data ze senzoru pomoci funkce getValue a posle pomoci lpp
//na seriovou konzoli vypise odesilane hodnoty
void do_send(osjob_t* j){

    dustLevel = getValue();

    Serial.print("Posílám hodnotu prachu (mg/m^3): ");
    Serial.println(dustLevel);

    lpp.reset();
    lpp.addAnalogOutput(1, dustLevel); //pridat zmerenou hodnotu do kanalu 1

    LMIC_setTxData2(1, lpp.getBuffer(), lpp.getSize(), 0); // pripravi data k
odesilani
}

void setup() {
    Serial.begin(9600); //nastavi seriovou linku mezi adafruitem a pc s rychlosti
9600 Bd

```

```

    pinMode(ledPin,OUTPUT); //nastaveni pinu který je připojený na IR led senzoru
    jako výstupního

    //radky pro odesílání na TTN broker
    os_init();
    LMIC_reset();
    uint8_t appskey[sizeof(APPSKEY)];
    uint8_t nwkskey[sizeof(NWKSKEY)];
    memcpy_P(appskey, APPSKEY, sizeof(APPSKEY));
    memcpy_P(nwkskey, NWKSKEY, sizeof(NWKSKEY));
    LMIC_setSession (0x13, DEVADDR, nwkskey, appskey);

    //definování frekvencí EU868
    LMIC_setupChannel(0, 868100000, DR_RANGE_MAP(DR_SF12,
DR_SF7), BAND_CENTI);      // g-band
    LMIC_setupChannel(1, 868300000, DR_RANGE_MAP(DR_SF12, DR_SF7B),
BAND_CENTI);              // g-band
    LMIC_setupChannel(2, 868500000, DR_RANGE_MAP(DR_SF12,
DR_SF7), BAND_CENTI);      // g-band
    LMIC_setupChannel(3, 867100000, DR_RANGE_MAP(DR_SF12,
DR_SF7), BAND_CENTI);      // g-band
    LMIC_setupChannel(4, 867300000, DR_RANGE_MAP(DR_SF12,
DR_SF7), BAND_CENTI);      // g-band
    LMIC_setupChannel(5, 867500000, DR_RANGE_MAP(DR_SF12,
DR_SF7), BAND_CENTI);      // g-band
    LMIC_setupChannel(6, 867700000, DR_RANGE_MAP(DR_SF12,
DR_SF7), BAND_CENTI);      // g-band
    LMIC_setupChannel(7, 867900000, DR_RANGE_MAP(DR_SF12,
DR_SF7), BAND_CENTI);      // g-band
    LMIC_setupChannel(8, 868800000,
DR_RANGE_MAP(DR_FSK, DR_FSK), BAND_MILLI);      // g2-band

    LMIC_setLinkCheckMode(0);      // Disable link check validation
    LMIC.dn2Dr = DR_SF9;           // TTS uses SF9 for its RX2 window.
    LMIC_setDrTxpow(DR_SF9,14);    // Set data rate and transmit power for uplink
    LMIC_setAdrMode(0);            // Adaptive data rate disabled

    LMIC_setClockError(MAX_CLOCK_ERROR * 1 / 100);

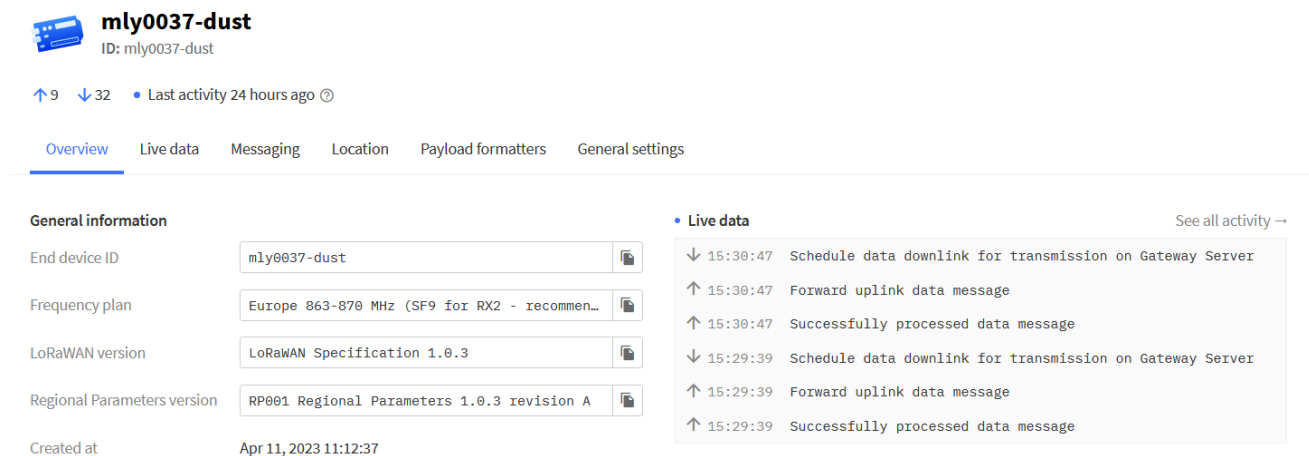
    do_send(&sendjob);      // Start sendjob
}

void loop() {
    os_runloop_once();
}

```

## 5. Vizualizace dat

1. Vytvoření účtu TTN, přidání účtu do aplikace bss2023
2. Vytvoření nového zařízení mly0037-dust



Obrázek 5 - vytvořené zařízení v aplikaci TTS

3. Kontrola odesílání dat ze senzoru na TTN broker.

```
10:48:04.209 -> Posílám hodnotu prachu (mg/m^3): -0.04
10:49:06.394 -> Posílám hodnotu prachu (mg/m^3): -0.03
```

Obrázek 6 - odesílaná data

4. Instalace InfluxDB na RaspberryPi.
  - a. Přidání GPG klíče
    - i. `curl https://repos.influxdata.com/influxdb.key | gpg --dearmor | sudo tee /usr/share/keyrings/influxdb-archive-keyring.gpg >/dev/null`
  - b. Přidání InfluxDB repozitáře
    - i. `echo "deb [signed-by=/usr/share/keyrings/influxdb-archive-keyring.gpg] https://repos.influxdata.com/debian $(lsb_release -cs) stable" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/influxdb.list`
  - c. Instalace InfluxDB
    - i. `sudo apt update`
    - ii. `sudo apt install influxdb`
  - d. Spuštění služby
    - i. `sudo systemctl unmask influxdb`
    - ii. `sudo systemctl enable influxdb`
    - iii. `sudo systemctl start influxdb`
5. Vytvoření databáze:
  - a. `influx`
  - b. `CREATE DATABASE bss`
  - c. `CREATE USER bss WITH PASSWORD 'bss209BSS' WITH ALL PRIVILEGES`

6. Instalace telegrafu:

- a. Přidání GPG klíče
  - i. `sudo curl -sL https://repos.influxdata.com/influxdb.key | sudo apt-key add -`  
`sudo curl -sL https://repos.influxdata.com/influxdb.key | sudo apt-key add -`
- b. Přidání repozitáře repozitáře
  - i. `echo "deb https://repos.influxdata.com/${DISTRIB_ID,,}${DISTRIB_CODENAME} stable" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/influxdb.list`
- c. Instalace telegrafu
  - i. `sudo apt install influxd`
- d. Spuštění služby
  - i. `sudo systemctl start influxdb`
- e. Upravení konfigurace telegrafu – integrace MQTT brokeru z TTS, výstup do databáze InfluxDB
  - i. Vygenerování API klíče na stránce TTS
  - ii. Upravení vložení API klíče a přihlašovacího jména do konfiguračního souboru

## Edit API key

Key ID \*

Q000655GPCFHZSWJE7LSFLPJKECXCAWKTZ75OPI

Name

mly

Expiry date

dd . mm . rrrr

Rights \*

☐ Grant all current and future rights

☒ Grant individual rights

☒ Select all

Obrázek 7 - generování API klíče



```

1. [agent]
2.     interval = "5s"
3.     round_interval = true
4.     metric_batch_size = 1000
5.     metric_buffer_limit = 10000
6.     collection_jitter = "5s"
7.     flush_interval = "10s"
8.     flush_jitter = "5s"
9.
10. [[inputs.mqtt_consumer]]
11.     name_override = "tts"
12.     servers = ["tcp://eu1.cloud.thethings.network:1883"]
13.     connection_timeout = "30s"
14.     topics = ["v3/+/devices/#"]
15.     username = "bss2023@ttn"
16.     password =
        "NNSXS.Q000655GPCFHZSWJE7LSFLPJKECXCAWKZ75OPI.3PPAK25IH3AYL6RVL3ZU2R
        YJ2GSP5OBR6TGT5X4YZMB43C3XJX6A"
17.     data_format = "json"
18.
19. [[outputs.influxdb]]
20.     database = "bss"
21.     urls = ["http://influxdb:8086"]
22.     username = "bss"
23.     password = "bss209BSS"

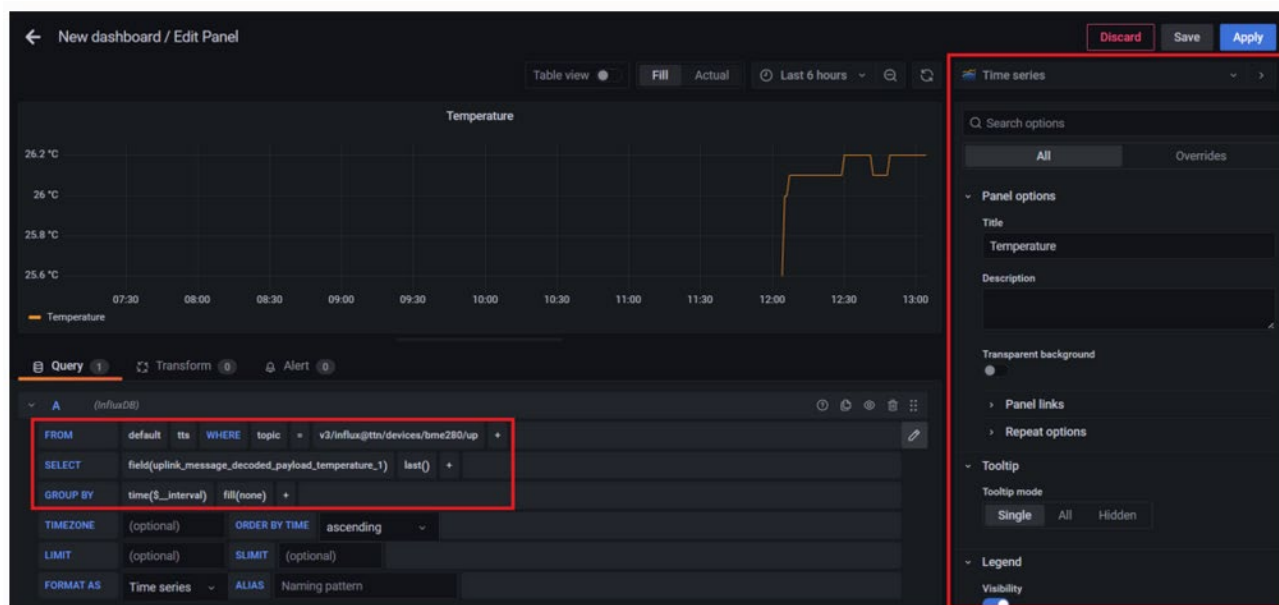
```

## 7. Instalace Grafany

- a. Instalace potřebných závislostí
  - i. `sudo apt-get install -y apt-transport-https`
  - ii. `sudo apt-get install -y software-properties-common wget`
  - iii. `sudo wget -q -O /usr/share/keyrings/grafana.key`  
<https://apt.grafana.com/gpg.key>
- b. Přidání repozitáře
  - i. `echo "deb [signed-by=/usr/share/keyrings/grafana.key]`  
`https://apt.grafana.com stable main" | sudo tee -a`  
`/etc/apt/sources.list.d/grafana.list`
- c. Instalace
  - i. `sudo apt-get install grafana`
- d. Dokončení nastavení ve webové aplikaci.

## 8. Vizualizace dat pomocí grafany

- a. Vytvoření nového dashboardu
- b. Zvolení zdroje dat – tts
- c. Zvolení správného topicu – **v3/influx@ttn/devices/mly0037-dust/up**



Obrázek 8 - vizualizace dat, obrázek převzat ze stránky <https://lora.vsb.cz/index.php/telegraf-influxdb-grafana/>