

AUTONOMOUS AIR QUALITY MEASUREMENT BY DRONE

Jana Lázníčková

Bachelor Degree Programme (1), FEKT VUT

E-mail: xlazni09@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Janoušek

E-mail: xjanou09@stud.feec.vutbr.cz

Abstract: In our project, we are interested air quality in region of Brno. We measure air quality with gas sensors attached on the drone. We record the results on a heat map. On this project, I work together with my friend Dominik Fuxa. He is in charge of communications and I am concerned with data acquisition and processing.

Keywords: Air quality, sensors, drone, heat map

1 ÚVOD

S neustále narůstajícím počtem populace, roste i množství odebírané tepelné energie a využívání transportních prostředků. Dochází tak k stále většímu znečištění ovzduší. Nejvíce naše ovzduší znečišťují tyto látky:

- Kysličník uhelnatý (CO) - Bezbarvý plyn bez zápachu
- Oxid dusičitý (NO₂) – Vysoce reaktivní plyn
- Ozón O₃ – Bledě modrý plyn
- Oxid siřičitý – Bezbarvý, dráždivý zápachový plyn
- Částice (PM_{2,5} a PM₁₀) – Inhalované částice
- Vést (Pb) – kovové částice

Za účelem toto znečištění pozorovat jsme vytvořili tento projekt. Do budoucna by mohl být prospěšný hasičům, aby mohli detekovat, jak velké nebezpečí způsobeno oxidem uhelnatým jim hrozí, a také jakým směrem se šíří nebezpečné chemické látky. Na dron se dají použít i jiné senzory např. senzory na měření elektromagnetického pole a také i radiace a mnoho dalších.

2 PLYNOVÉ SENZORY

K měření látek v ovzduší jsme použili senzory MQ2 a MQ9. Tyto senzory jsme umístili na dron. Umístění senzorů na dron umožní operativní a rychlé měření na různých místech, to zajistí v případě nenadálých událostí dostatečnou autonomní kontrolu zvoleného prostoru a umožní záchranářům, kteří by tato měření museli provádět ručně, věnovat se dalším krizovým prvkům. Abychom zabránili zkreslení dat od vířivých proudů, které dron způsobuje, je senzor k dronu připevněn na metrové tyči.

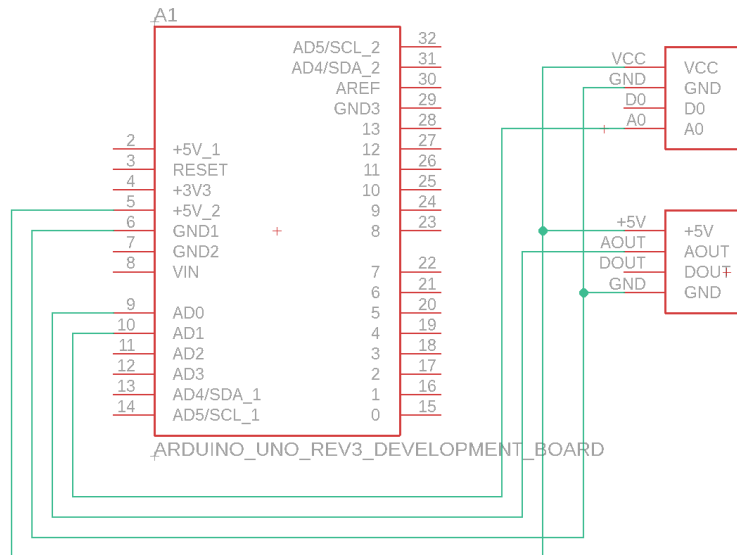
2.1 SENZOR MQ-2

Senzor MQ-2 umožňuje detekovat přítomnost hořlavých plynů:

- Isobutan (C₄H₁₀) - methylpropan, R-600a
- Propan (C₃H₈)
- Methan (CH₄) - methan, karban, bahenní plyn
- Vodík - na Zemi nejčastěji H₂, v meziplanetárním prostoru H
- LPG (zkapalněný ropný plyn, propan-butan)

2.2 SENZOR MQ-9

Senzor MQ9 je nejvíce citlivý na oxid uhelnatý (CO) a hořlavé plyny Metan a Propan. Aktivním prvkem tohoto senzoru je tenká vrstva SnO_2 , jejíž odpor se mění s koncentrací zmíněných plynů. Napájecí napětí senzoru MQ-9 je 5V. Proudový odběr je maximálně 70 mA při počátečním zahřívání senzoru.



Obrázek 1: Schéma zapojení senzorů k mikrokontroléru [1]

3 ZPRACOVÁVÁNÍ DAT

Naměřené hodnoty ze senzorů zpracováváme pomocí Seeduina, které komunikuje s gateway na komunikačním protokolu LoRaWAN. Tento přenos pracuje na nízkofrekvenčních vlnách (za účelem dlouhého dosahu přenosu informace). Komunikace probíhá v nelicencovaném pásmu. Pro Evropu je toto pásmo 868 MHz. Data je možné odesílat jednou za 5 minut. Odesíláme je ve formátu hexa a z tohoto důvodu jsme použili v programu přepočítání na decimální soustavu.

```
bool projekt_lora::vypocetCO(uint32_t pin, int *CO)
{
    int analog = 0;
    analog = analogRead(pin);
    *CO = map(analog, 0, 1023, 0, 100);
    return true;
}
```

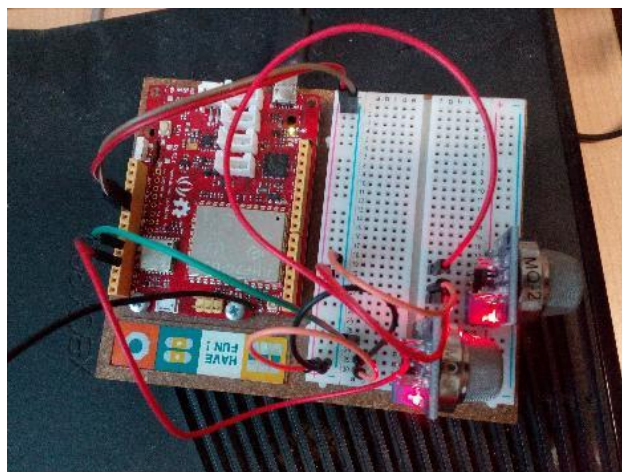
Obrázek 2: Výpočet CO.

Nejprve jsme museli zkalibrovat senzory. To jsme provedli tím, že jsme z analogového vstupu načítali hodnotu vstupního napětí a vypočetli aktuální odpor. V cyklu for jsme provedli 1000 měření. Tyto měření jsme zprůměrovali (vydělili jsme tisícem). Tento průměr jsme poté využili pro výpočet hodnoty vstupního napětí a následně odporu vzduchu. Abychom získali potřebnou konstantu *R museli jsme vydělit naměřený odpor hodnotou 9,9, která odpovídá křivce vzduchu pro senzor MQ-9 (viz obr. 3).

```
bool projekt_lora::KalibraceMQ9(uint32_t pin, float *R)
{
    if(!R)
    {
        return false;
    }
    SerialUSB.println("Kalibrace zahajena");
    float RS_air = 0;
    float senzor_volt = 0;
    float sensorValue = 0;
    for (int x = 0 ; x < 1000 ; x++) {
        sensorValue = sensorValue + analogRead(pin);
        delay(1);
    }
    sensorValue = sensorValue / 1000.0;
    senzor_volt = sensorValue / 1024 * 5.0;
    RS_air = (5.0 - senzor_volt) / senzor_volt;
    *R = RS_air / 9.9;
    return true;
}
```

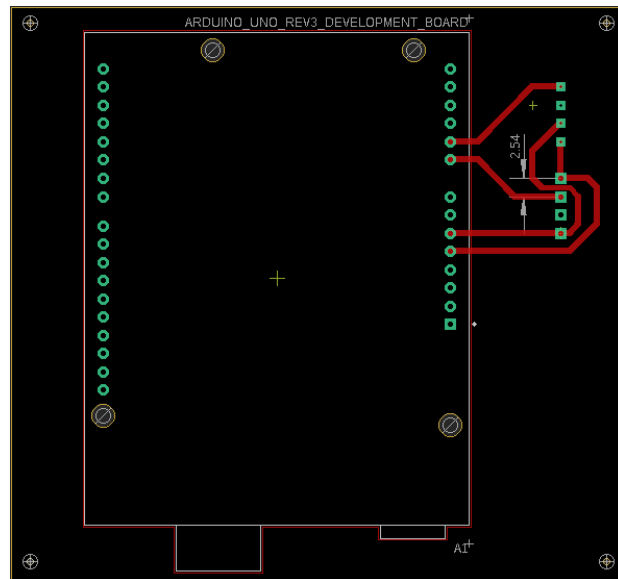
Obrázek 3: Kalibrace senzoru MQ-9.

Seeeduino obsahuje GPS modul, který je vhodný pro přesnou polohu měření, nadmořskou výšku nebo rychlost pohybu. Funkci plynových senzorů a jejich citlivost na nebezpečné látky jsme testovali pomocí výparů plynu. Detekci jsme signalizovali pomocí diody umístěné na nepájivém poli. Toto řešení je možné přímo využít na testování senzorů na dronu.



Obrázek 4: Testovací zapojení senzorů

Vytvořili jsme však univerzální plošný spoj přímo pro umístění na dron, kde bychom chtěli využít napájení z baterií dronu a vytvořit co nejlehčí řešení pro udržení dlouhé doby letu.



Obrázek 5: Plošný spoj

Testování probíhalo na bezpilotním letounu DJI Matrice 600, který je schopen provádět lety dle naprogramované trasy a tedy je vhodný pro využití případného monitoringu a měření v nebezpečných situacích, při kterých by mohlo dojít k ohrožení zdraví osob.



Obrázek 6: Dron s připevněnými senzory.

4 ZÁVĚR

Cílem projektu bylo sestrojít zařízení schopné komunikovat na dlouhé vzdálenosti a přenášet on-line informace z měřících senzorů do databáze, kde by tyto hodnoty byly nadále zpracovávány a poté vynášeny do mapy. Bylo provedeno testovací měření nejprve v uzavřené místnosti a poté v terénu. Zjistili jsme, že senzory nejsou přesné a při měření se vyskytují nahodilé chyby, které mohly být způsobeny konstrukční nedokonalostí.

Do budoucna bychom chtěli náš systém pro měření kvality ovzduší vylepšit o průmyslové senzory s vyšší přesností měření a doplnit o možnosti dalšího měření pro usnadnění zásahů bezpečnostních složek.

REFERENCE

- [1] ECLIPSE S.R.O. *arduino navody* [online]. [cit. 9.3.2020]. Dostupný na WWW: <https://navody.arduino-shop.cz/navody-k-produktum/senzor-oxidu-uhelnateho-mq-9.html>
- [2] Grove - Gas Sensor(MQ2). In: *Seedstudio* [online]. seed technology, 2008 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: http://wiki.seeedstudio.com/Grove-Gas_Sensor-MQ2/
- [3] Arduino. In: *Project hub* [online]. hackster.io, 2019 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://create.arduino.cc/projecthub/electropeak/how-to-calibrate-use-mq9-gas-sensor-w-arduino-e93cb1>
- [4] LoRA/LoRaWan. In: *Seeestudio* [online]. Mouser Electronics, 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://cz.mouser.com/new/seeed-studio/seeed-lora-lorawan-kits/>