

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Technická fakulta



Laboratorní práce

Speciální senzorika

**Chemické senzory**

Autor: Josef Kořínek

3. ledna 2023

# 1. Zadání

- Proveďte analýzu senzorů potřebných pro měření úlohy
- Vypracujte protokol dle vzoru, který naleznete v kurzu předmětu na moodle.czu.cz

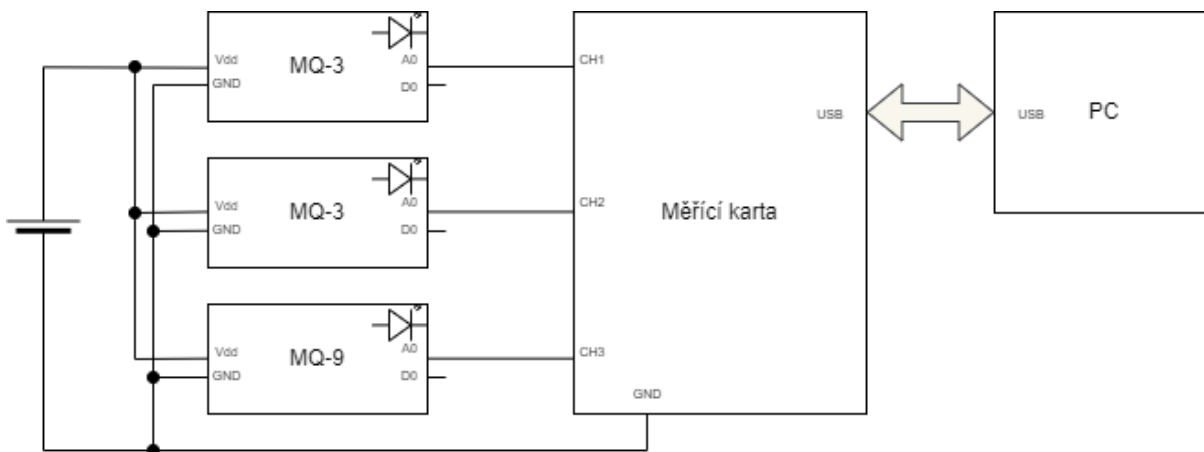
## 2. Princip fungování senzoru

Chemické snímače **MQ-9**, **MQ-3** a **MQ-2** fungují na podobném principu. Citlivým materiálem senzorů je oxid cínčitý, který má nízkou vodivost v čistém vzduchu. Obvod reaguje na změnu vodivosti změnou napětí, které může být dále zpracováno nebo zaznamenáno pomocí měřicí karty. Senzor MQ-9 je navržen tak, aby střídavě měřil při nízké a vysoké teplotě. Při nižší teplotě mění senzor svůj odpor v reakci na CO a při vyšší teplotě reaguje na metan, propan a další hořlavé plyny [1]. Senzor **MQ-3** je vyroben z mikro  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -keramické trubičky a funguje na stejném principu jako senzor MQ-9 a MQ-2 a je určen k detekci alkoholu. Jeho ohřívací napětí je 5 V.[2] Ohřívací napětí senzoru **MQ-2** je 5 V a při přítomnosti hořlavého plynu dochází k navýšení vodivosti senzoru v závislosti na koncentraci hořlavého plynu. [3]

## 3. Postup měření

Po zapojení dle schématu a spuštění měřicího programu bylo do uzavřené nádoby injektováno malé množství těkavé látky (0,05ml). Následně se čekalo na ustálení. Po ustálení se nádoba důkladně vyvětrala, aby zbytek látky neovlivnil další měření. Taktéž se muselo dbát, aby se vyvětraly jednotlivé senzory. Když se hodnoty senzoru ustálily u nulových hodnot přikročilo se k měření další látky.

## 4. Schéma zapojení



Obr. 1 Schéma zapojení všech senzorů

## 5. Použité přístroje

| Číslo | Název                        | Typ                | Sériové číslo |
|-------|------------------------------|--------------------|---------------|
| 1.    | měřicí karta                 | ADVANTECH USB-4704 |               |
| 2.    | laboratorní zdroj LW LONGWEI | LW-K3010D          | 811102161     |

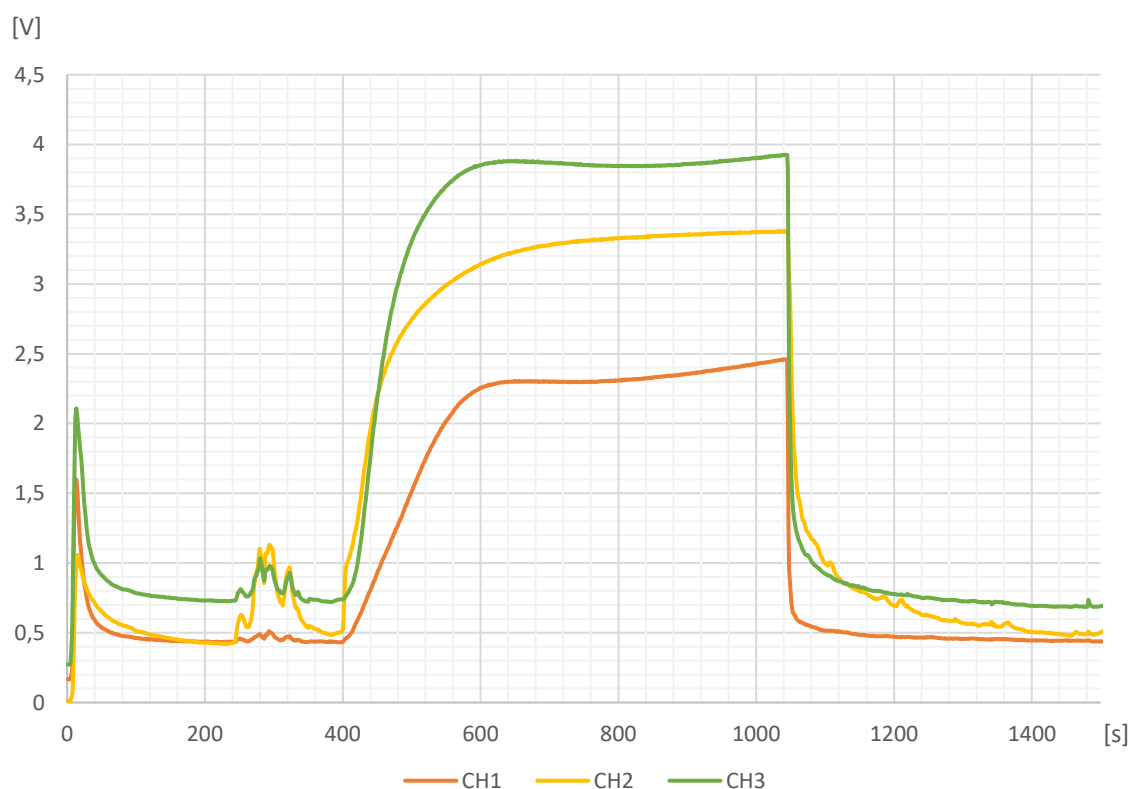
Tab. 1 Seznam použitých přístrojů

## 6. Použité senzory

| Číslo | Typ  | Kanál měřicí karty |
|-------|------|--------------------|
| 1.    | MQ-9 | CH1                |
| 2.    | MQ-3 | CH2                |
| 3.    | MQ-2 | CH3                |

Tab. 2 Seznam použitých senzorů

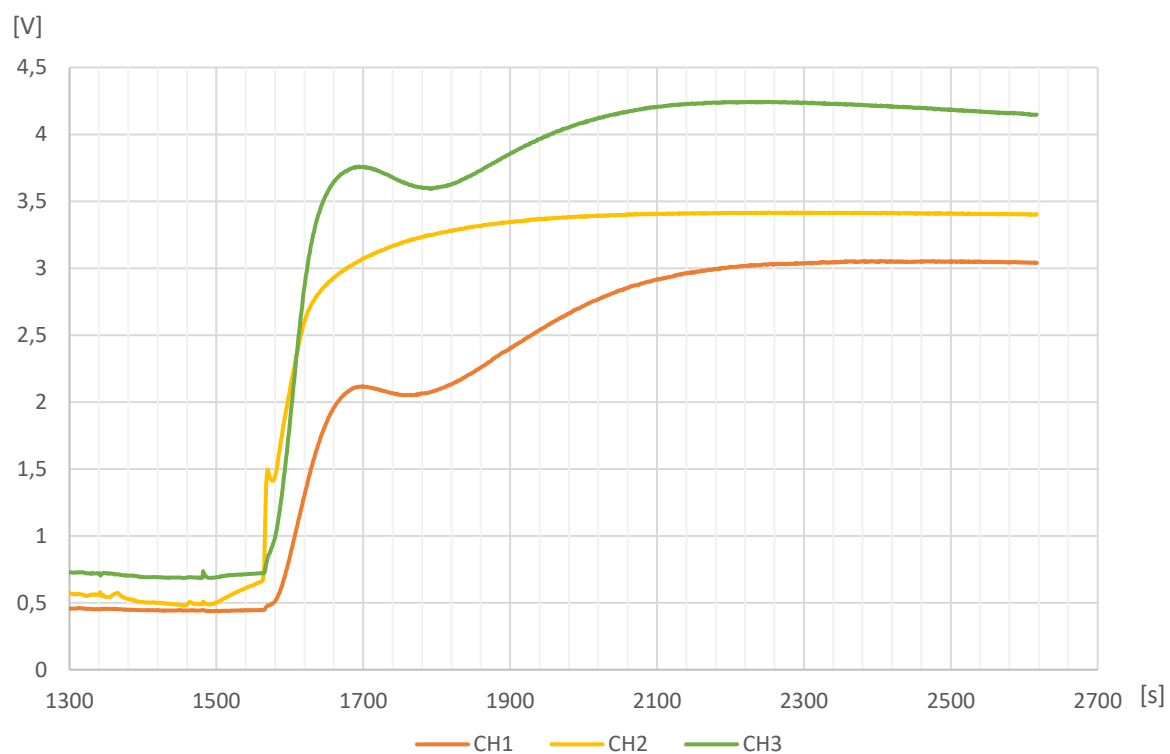
## 7. Zpracování dat



Graf 1 Naměřená data izopropylalkoholu

| Kanál měřicí karty | CH1     | CH2     | CH3    |
|--------------------|---------|---------|--------|
| Ustálené hodnoty   | 2,335 V | 3,034 V | 3,92 V |

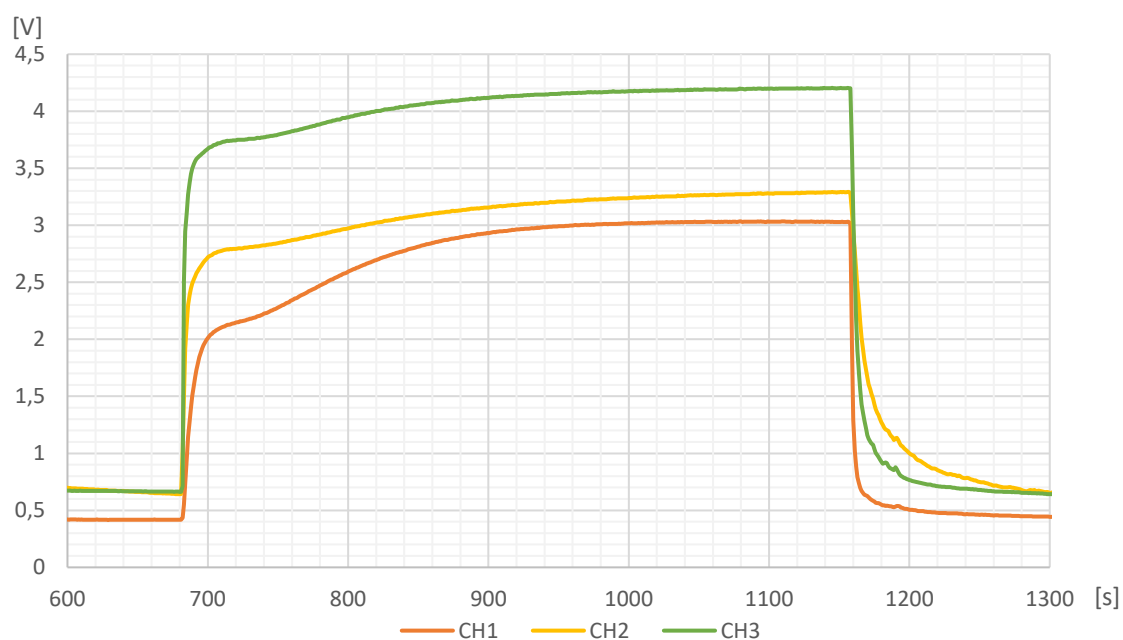
Tab. 3 Ustálené hodnoty izopropylalkoholu



Graf 2 Naměřená data acetonu

|                    |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|
| Kanál měřicí karty | CH1   | CH2   | CH3   |
| Ustálené hodnoty   | 3,37V | 3,39V | 4,14V |

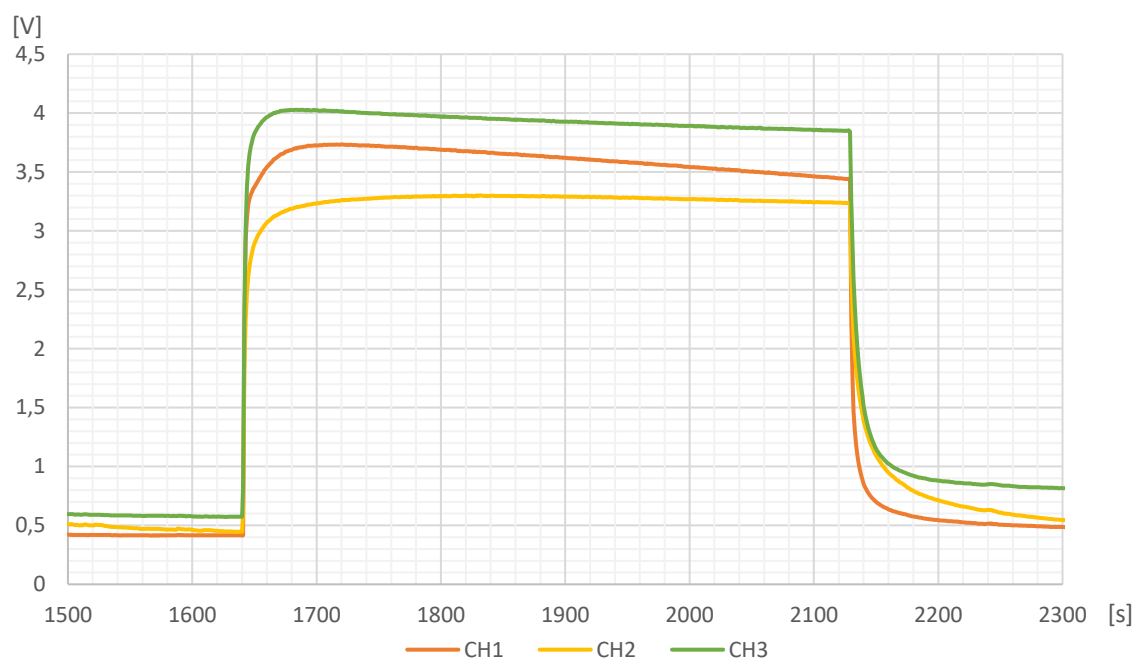
Tab. 4 Ustálené hodnoty acetonu



Graf 3 Naměřená data lihu

|                    |       |      |       |
|--------------------|-------|------|-------|
| Kanál měřicí karty | CH1   | CH2  | CH3   |
| Ustálené hodnoty   | 3,03V | 3,3V | 4,20V |

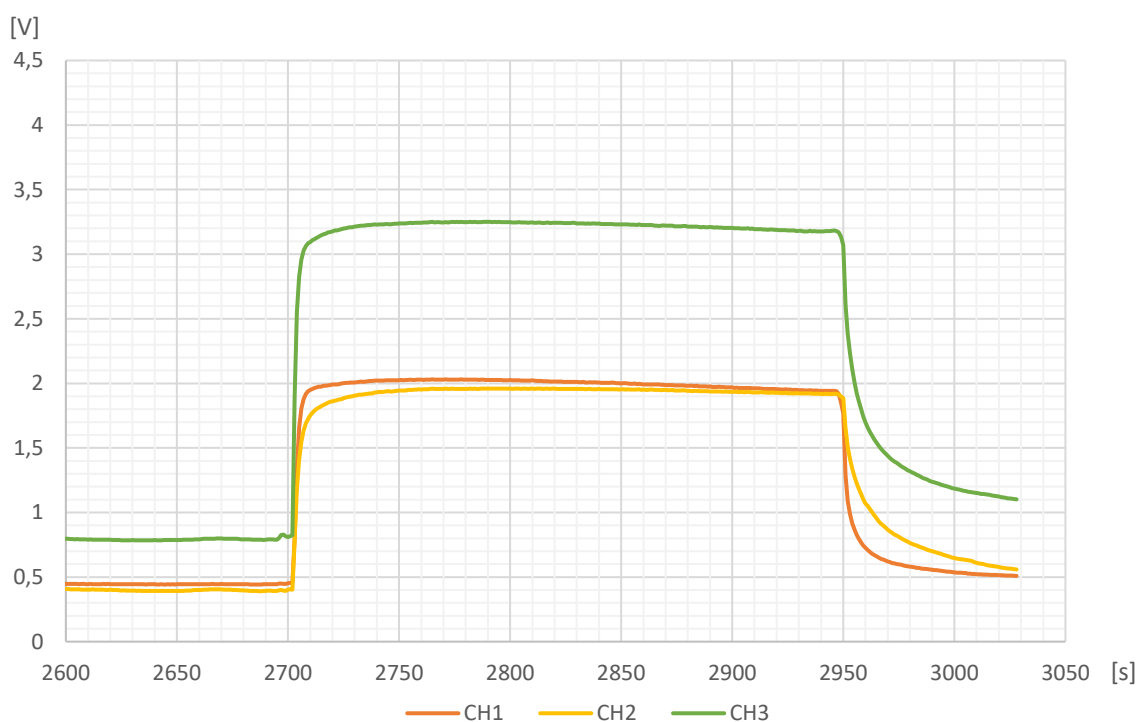
Tab. 5 Ustálené hodnoty lihu



Graf 4 Naměřená data tlející trávy

| Kanál měřicí karty | CH1    | CH2   | CH3    |
|--------------------|--------|-------|--------|
| Ustálené hodnoty   | 3,34 V | 3,4 V | 3,84 V |

Tab. 6 Ustálené hodnoty tlející trávy



Graf 5 Naměřená data kouře

| Kanál měřicí karty | CH1    | CH2    | CH3    |
|--------------------|--------|--------|--------|
| Ustálené hodnoty   | 1,89 V | 1,89 V | 3,13 V |

Tab. 7 Ustálené hodnoty kouře

Z datového listu senzorů bylo zjištěno že:

$$R_s = \left( \frac{V_c}{V_{RL}} - 1 \right) * R_L$$

$R_s$ -odpor senzoru

$R_L$  - je nastavitelný odpor senzoru

$V_c$  – napájecí napětí

$V_{RL}$ -naměřené napětí

Z rovnice jasně vyplývá, že je potřeba odvodit hodnotu nastavitelného odporu  $R_L$

Hodnota nastavitelného odporu by mohla být odvozena z  $R_0$  a známé hodnoty  $\frac{R_s}{R_0}$  na vzduchu (označena k).

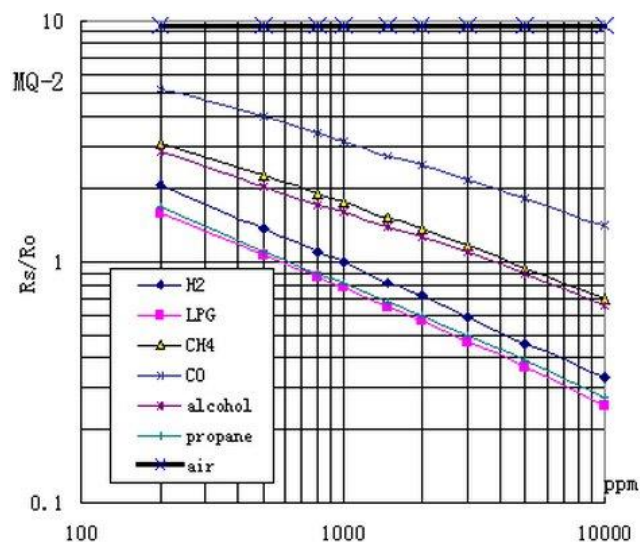
$$\frac{R_s}{R_0} = k \Rightarrow R_0 = \frac{R_s}{k} = \frac{\left( \frac{V_c}{V_{RL}} - 1 \right) * R_L}{k}$$

$k$  bylo zjištěno podle obr. 3 , 4 a 5

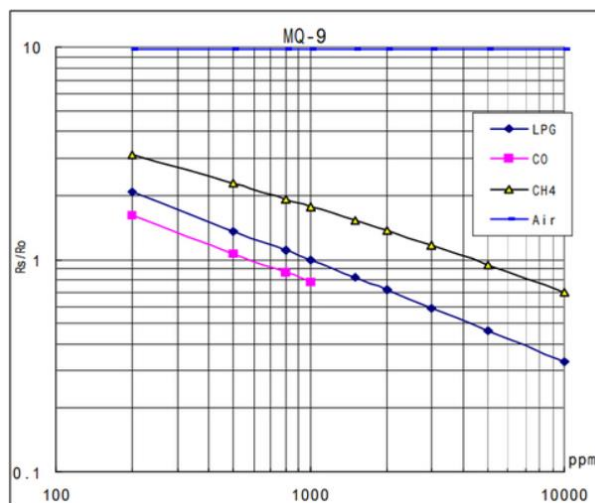
$R_0$  - odpor snímače v 1000ppm propanu (MQ-9 a MQ-2)  
nebo odpor snímače při 0,4 mg/l alkoholu (MQ-3)

| Senzory                              | MQ9  | MQ3  | MQ2    |
|--------------------------------------|------|------|--------|
| Ustálené hodnoty napětí $V_{RL}$ [V] | 0,45 | 0,42 | 0,7959 |
| $k \left( \frac{R_s}{R_0} \right)$   | 9,9  | 60   | 9,8    |

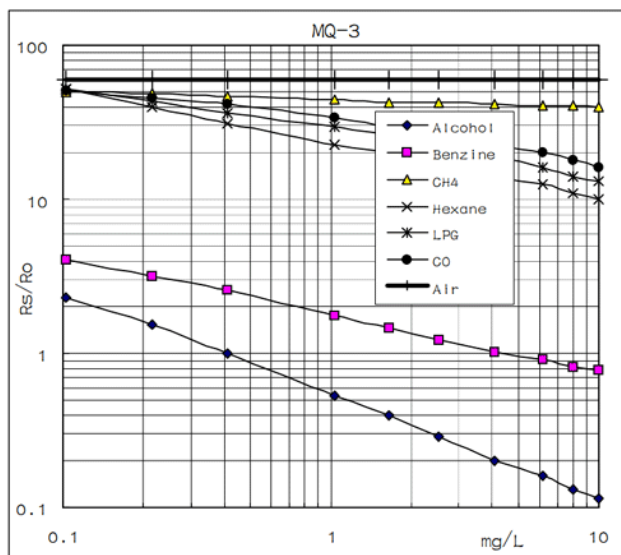
Obr. 2 Ustálené a vyčtené hodnoty pro vzduch



Obr. 3 Charakteristiky citlivosti MQ-2 [4]



Obr. 4 Charakteristiky citlivosti MQ-9[5]



Obr. 5 Charakteristika citlivosti MQ-3[6]

Hodnota odporu  $R_0$  nebyla změřena a tedy odvození není možné.

## 8. Závěr

Z naměřených hodnot vyplývá že čidla reagují na všechny zkoušené látky. Na grafu 1 v oblasti 200–400 s můžeme vidět, že senzor reaguje i na malé koncentrace lihu. K vzrůstu hodnot v dané oblasti došlo manipulací otevřené nádoby lihu v blízkosti senzoru. Senzory by se daly použít k detekci těkavých látek, avšak jelikož jsme nezměřili hodnoty odporu nastavitelných odporů nedají se naměřená data s ničím porovnat.

## 9.Zdroje

- [1] *Senzor oxidu uhelnatého a hořlavých plynů MQ9 (CO, Methan. Propan)* [online]. [vid. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://pajenicko.cz/senzor-oxidu-uhelnateho-horlavych-plynu-mq9-co-methan-propan?search=senzor%20mq9>
- [2] *Senzor alkoholu a benzínu MQ3 (ethanol, methanol, benzín)* [online]. [vid. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://pajenicko.cz/senzor-alkoholu-benzinu-mq3-ethanol-methanol-benzin?search=senzor%20mq>
- [3] *Senzor hořlavých plynů MQ2 (metan, butan, propan, vodík, LPG)* [online]. [vid. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://pajenicko.cz/senzor-horlavych-plynu-mq2-metan-butan-propan-vodik-lpg?search=senzor%20mq>
- [4] HUANG, Sheng-Bo a Tong-Liang FAN. The Design and Realization of Household Intelligent Security System. *ITM Web of Conferences* [online]. 2016, **7**, 06004 [vid. 2023-01-03]. Dostupné z: doi:10.1051/ITMCONF/20160706004
- [5] *MQ9 Learning Notes – tlfong01.blog* [online]. [vid. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://tlfong01.blog/2019/11/03/mq9-learning-notes/>
- [6] *Arduino MQ-3 Alcohol Sensor Tutorial - How Does a Alcohol Sensor Work and How to Interface it with Arduino?* [online]. [vid. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interfacing-mq3-alcohol-sensor-with-arduino>