

Maciej Pierzchała 282 934  
Filip Kubecki 272 655  
Grupa: Wtorek 10:35

Data wykonania ćwiczenia:  
5 listopada 2024r

## Laboratorium 4

### Charakteryzacja czujników alkoholu

#### 1 Spis przyrządów

Do wykonania ćwiczenia wykorzystano:

- Multimetr cyfrowy Sigilent SDM 3055
- Termohigrobarometr LAB-EL LB706B
- Rezystancyjny czujnik alkoholu
- Amperometryczny czujnik alkoholu
- Kolby zawierające odpowiednie stężenia alkoholu oraz acetonu

#### 2 Przebieg i cele doświadczenia

Doświadczenie miało na celu zapoznać nas z zasadami działania różnych typów czujników alkoholu. Celami doświadczenia było wyznaczenie krzywych kalibracyjnych dla rezystancyjnego oraz amperometrycznego czujnika alkoholu, oraz obliczenie nieznannej koncentracji alkoholu w kolbie "X" na podstawie tych krzywych.

#### 3 Obliczenia i analiza wyników

Wykorzystując dane pomiarowe przekształcono zmierzone rezystancję na konduktancję przy pomocy poniższego wzoru:

$$G = \frac{1}{R} \quad (1)$$

Przykładowo dla pomiaru dla wartości 60[ppm]:

$$G = \frac{1}{7.27[k\Omega]} = 0.00013755158[S] \approx 137.552[\mu S] \quad (2)$$

Przy pomocy obliczonych wartości konduktancji wyznaczono czułość czujnika dla odpowiednich atmosfer ze wzoru:

$$S = \frac{G_{gaz}}{G_0} \quad (3)$$

Gdzie:

$G_{gaz}$  - konduktancja w atmosferze pomiaru,

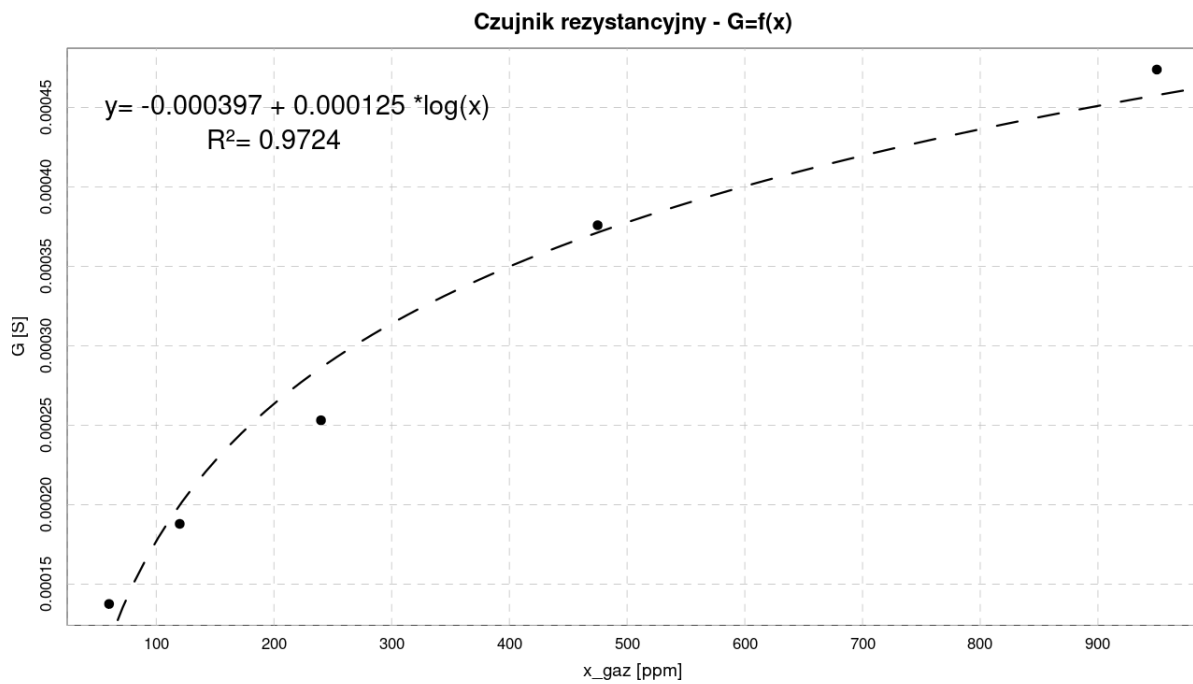
$G_0$  - konduktancja w atmosferze zerowej/otoczenia,

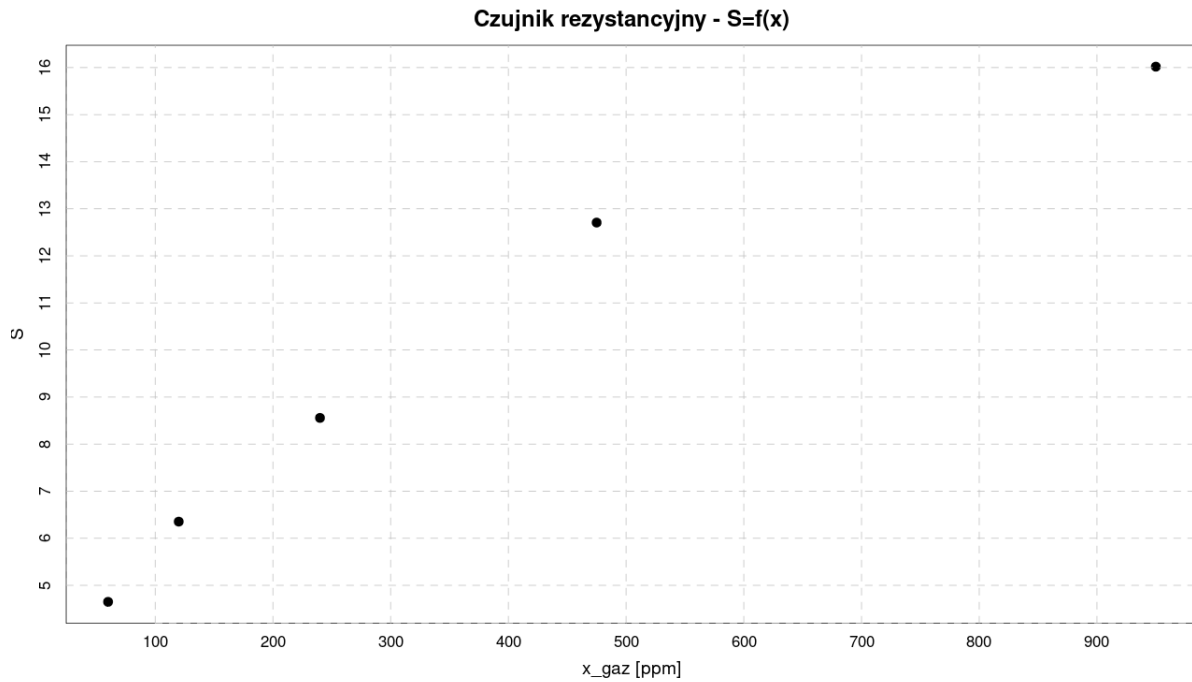
Przykładowo dla pomiaru w atmosferze 60[ppm]:

$$S = \frac{137.552[\mu S]}{29.586[\mu S]} = 4.649225 \quad (4)$$

Wszystkie wyniki Konduktancji oraz czułości znajdują się w Tabeli 1.

Na podstawie wyliczonych konduktancji oraz czułości wyznaczono krzywą kalibracyjną czujnika ( $G = f(x)$ ) oraz krzywą  $S = f(x)$ :





Wykorzystując język programowania R wyznaczono metodą regresji logarytmicznej współczynniki dla krzywej aproksymującej krzywą kalibracyjną  $G = f(x)$ . Wynik kalkulacji oraz krzywa wyznaczona na podstawie regresji logarytmicznej zostały przedstawione na wykresie  $G = f(x)$ .

Przekształcając równanie funkcji aproksymującej krzywą kalibracji możemy wyznaczyć wartość stężenia alkoholu w kolbie "X".

$$y = \text{intercept} + \text{slope} \cdot \ln(x) \quad (5)$$

Gdzie:

*intercept* - punkt przecięcia z osią Y - wynikający z regresji,

*slope* - nachylenie - wynikające z regresji,

*x* - stężenie cząsteczek alkoholu (w [ppm]),

*y* - konduktancja pomiaru (w [S] - Siemensach),

$$y = \text{intercept} + \text{slope} \cdot \ln(x) \quad (6)$$

$$y - \text{intercept} = \text{slope} \cdot \ln(x) \quad (7)$$

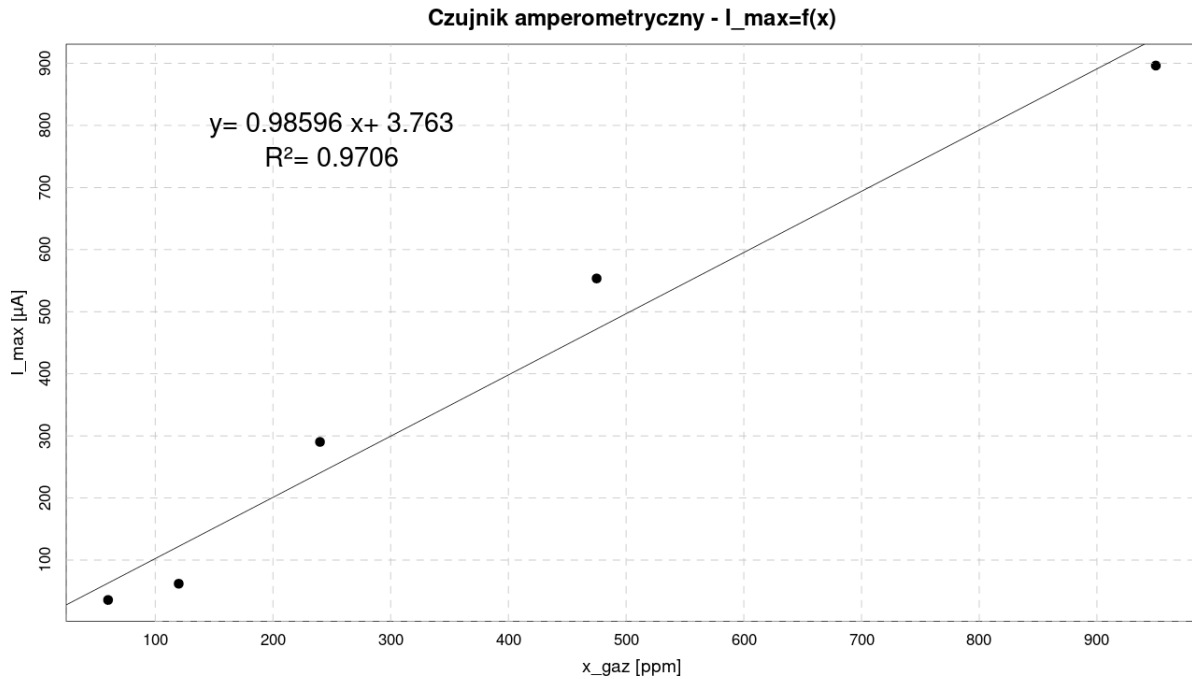
$$\frac{y - \text{intercept}}{\text{slope}} = \ln(x) \quad (8)$$

$$x = \exp\left(\frac{y - \text{intercept}}{\text{slope}}\right) \quad (9)$$

Wyliczamy stężenie dla wartości z kolby "X":

$$x = \exp\left(\frac{0.0003058104 + 0.000397}{0.000125}\right) = 276.5753[ppm] \quad (10)$$

Dla czujnika amperometrycznego wyznaczono wartości maksymalnego natężenia prądu szczytując je z wyświetlacza multimetru i notując w tabeli pomiarowej. Na podstawie tych pomiarów stworzono wykres  $i_{max} = f(x)$ .



Przy pomocy regresji liniowej wyznaczono równanie prostej aproksymującej charakterystykę naszego czujnika. Równanie to podano na wykresie powyżej. Przekształcając równanie prostej możemy wyznaczyć wzór na wartość x (zawartość alkoholu):

$$y = ax + b \quad (11)$$

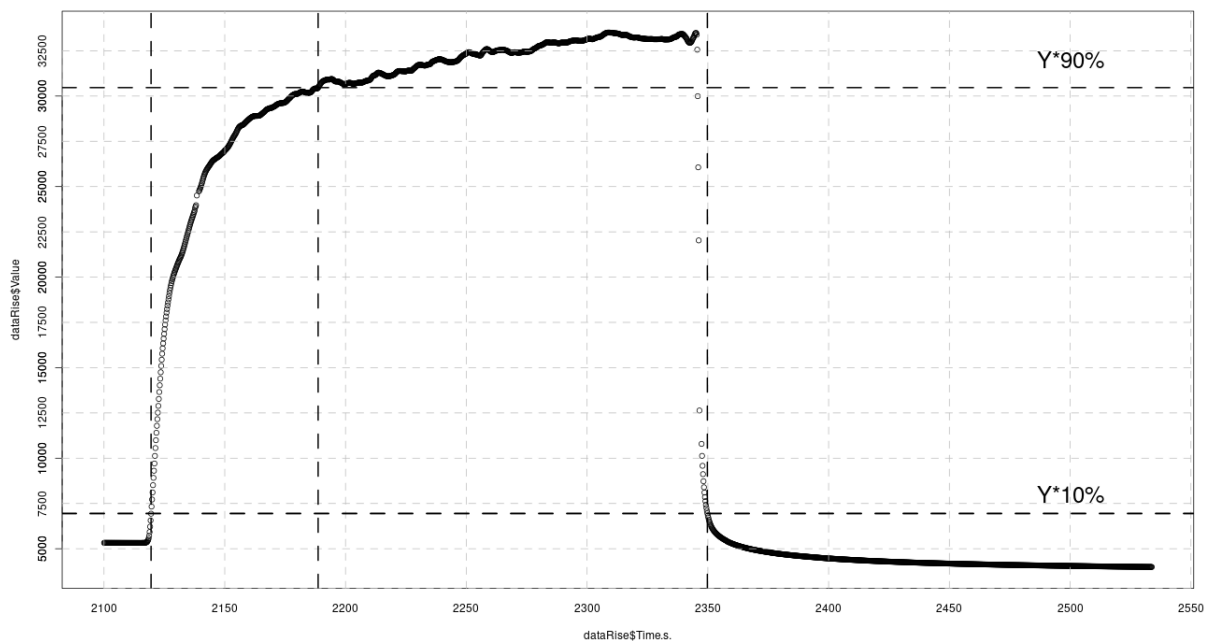
$$y - b = ax \quad (12)$$

$$x = \frac{y - b}{a} \quad (13)$$

Dla wartości zmierzonej dla kolby "X":

$$x = \frac{235.3 - 3.763}{0.98596} = 234.8329[ppm] \quad (14)$$

Dla jednego pomiaru czujnikiem rezystancyjnym wyznaczono czas odpowiedzi i powrotu:



$$T_{rise} = 52.54[s]$$

$$T_{fall} = 3.99[s]$$

### 3.1 Tabela 1

$x_{gaz}[ppm]$	$R[k\Omega]$	$I_{max}[\mu A]$	$G[S]$	$S$
0	33.8	15.27	0.000030	1
60	7.27	35.73	0.000138	4.649
120	5.32	61.93	0.000188	6.353
240	3.95	290.32	0.000253	8.557
475	2.66	553.52	0.000376	12.707
950	2.11	896.42	0.000474	16.019
x	3.27	235.3	0.000306	10.336
acetone20	18	33.2	0.000056	1.878

## 4 Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów udało się otrzymać wyniki dla zawartości alkoholu w kolbie "X". Wyniki w przypadku czujników różnią się lecz wyniki są w podobnym zakresie co pozwala nam typować że zawartość alkoholu w kolbie "X" zawiera się w przedziale 220 – 280 [ppm]. Różnice między wynikami czujników mogą wynikać w przypadku czujnika rezystancyjnego z różnego czasu przeznaczonego na stabilizację pomiaru dla różnych roztworów. W przypadku czujnika amperometrycznego można typować że na wynik pomiarów mogło wpływać tempo wstrzykiwania powietrza do czujnika, czas od zassania próbki do czasu wstrzyknięcia.

Różnice w selektywności czujników można określić na podstawie tabeli 1. Zakładając użyteczny zakres pomiarowy na od 60 [ppm] w górę możemy zauważyć że lepszą selektywnością wykazuje się czujnik rezystancyjny. Wartość dla acetonu mieści się znacząco powyżej najwyższej wartości zarejestrowanej w kolbach. Gorzej wypada czujnik amperometryczny którego pomiar dla acetonu różni się o jedynie  $2[\mu A]$  od pomiaru dla 60[ppm]. Można więc uznać że w wykorzystaniu czujnika w alkomacie policyjnym lepszym wyborem byłby czujnik rezystancyjny.

## References

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Reactivity-selectivity\\_principle](https://en.wikipedia.org/wiki/Reactivity-selectivity_principle)
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Breathalyzer>
- [3] <https://www.olythe.io/alcobol-unit-converter>
- [4] [https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel\\_cell](https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell)