

P1-A1. Pomiar prędkości dźwięku w powietrzu metodą przesunięcia fazowego (oscylskopową)*

Zagadnienia

Fala akustyczna, równanie fali, wielkości charakteryzujące falę akustyczną. Faza fali, przesunięcie fazowe. Prędkość dźwięku w różnych ośrodkach. Prędkość dźwięku w powietrzu, zależność od ciśnienia i temperatury. Zasada działania oscylskopu. Krzywe Lissajous.

1 Układ pomiarowy

Schemat układu pomiarowego przedstawia rys. 1.

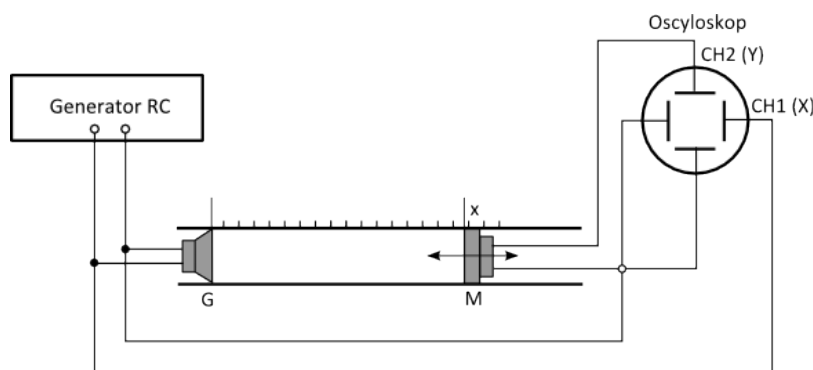


Fig. 1: Schemat układu pomiarowego

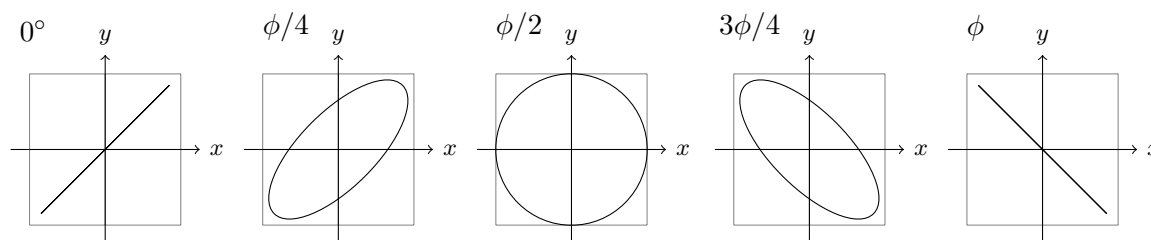
Źródłem fali akustycznej w rurze Kundta jest głośnik, podłączony do generatora przebiegów zmiennych. Generuje on dźwięk o stałym natężeniu i zadanej częstotliwości. Odbiornikiem sygnału jest mikrofon, zamontowany na ruchomym tłoku, którego położenie względem głośnika odczytuje się z linijki. Jest to mikrofon pojemnościowy, którego jedną z okładek stanowi membrana mikrofonu, poruszająca się pod wpływem fali akustycznej. Ruch membrany powoduje zmiany napięcia między okładkami kondensatora, rejestrowane przez oscylskop. Zmieniając położenie tłoka, zmienia się warunki propagacji fali.

2 Pomiary

1. Z termometru znajdującego się w pracowni odczytać temperaturę panującą w laboratorium oraz jej niepewność.
2. Włączyć generator sygnału zmiennego oraz oscylskop.
3. Ustawić na generatorze częstotliwość przebiegu zmiennego podawanego na głośnik: 1500 Hz.
4. Przesuwając mikrofon obserwować zachowanie się elipsy na ekranie oscylskopu.

*Opracowanie: dr inż. Alina Domanowska

- Notować takie położenia mikrofonu, przy których elipsa przechodzi w prostą skośną, nachyloną pod kątem 45° lub 135° do poziomu.



3 Opracowanie wyników pomiarów

- Obliczyć odległości między położeniami mikrofonu, w których różnica faz sygnału głośnika i mikrofonu różni się o $\pi/2$

$$\Delta x = x_{i+1} - x_i.$$

- Obliczyć średnią wartość Δx_{sr} , oraz jej niepewność całkowitą, uwzględniając niepewność uśrednienia $u_a(x_{sr})$ oraz dokładność przyrządu użytego do pomiaru odległości $u_b(x)$.

- Obliczyć prędkość dźwięku wg wzoru

$$c = 2f\Delta x_{sr},$$

gdzie f – częstotliwość napięcia zmiennego podawanego na głośnik.

- Korzystając z prawa przenoszenia niepewności, obliczyć niepewność wyznaczonej prędkości.
- Analogiczne obliczenia przeprowadzić dla pozostałych częstotliwości fali akustycznej.
- Obliczyć średnią ważoną otrzymanych prędkości dźwięku w powietrzu oraz niepewność średniej ważonej.
- Wykonać test zgodności otrzymanej wartości c z teoretyczną wartością prędkości dźwięku dla suchego powietrza, dla temperatury panującej w laboratorium. Skomentować wynik testu.
- Obliczyć wykładnik równania adiabaty

$$\kappa = \frac{\mu c^2}{RT},$$

gdzie $R = 8.31 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ - uniwersalna stała gazowa, $\mu = 28.87 \text{ g/mol}$ - masa molowa powietrza, T - temperatura powietrza, wyrażona w K.

- Korzystając z prawa przenoszenia niepewności, obliczyć niepewność otrzymanego współczynnika adiabaty i zapisać w odpowiednim formacie.
- Wykonać test zgodności otrzymanej wartości κ z wartością tablicową. Skomentować wynik testu.