

MIKROSYSTEMY (MEMS) - laboratorium

Ćwiczenie nr 4

Krzyżowy mikrozawór pneumatyczny do dozowania gazów

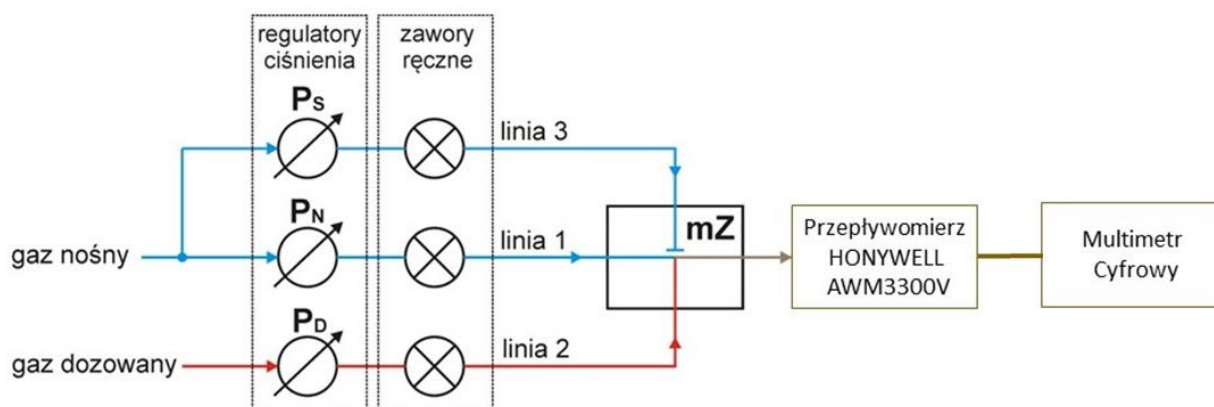
Cel i zakres ćwiczenia:

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową i warunkami poprawnego działania krzyżowego mikrozaworu pneumatycznego służącego do dozowania mikroobjętości gazu.

W ramach ćwiczenia mierzone są przepływy gazu na wylocie mikrozaworu w zależności od ciśnienia gazu w głównej i/oraz dozującej linii tego zaworu, jak również w zależności od ciśnienia dociskającego membranę tego zaworu.

Opis stanowiska:

Schemat układu pomiarowego przedstawiony jest na poniższym rysunku:

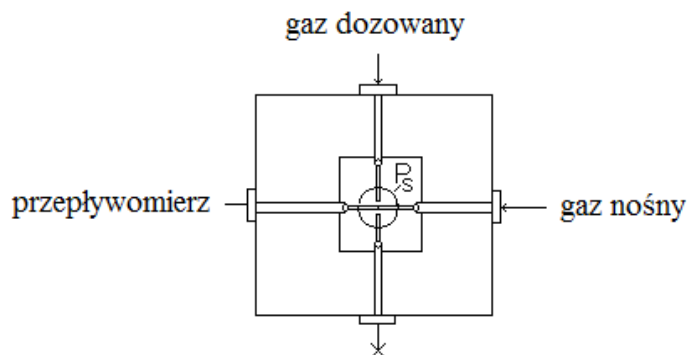


Rysunek 1. Schemat układu pomiarowego (mZ – mikrozawór krzyżowy)

Mikrozawór pneumatyczny został opracowany w Zakładzie Mikroinżynierii i Fotowoltaki na Wydziale Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki w ramach projektów badawczych realizowanych we współpracy z Instytutem EMAG Katowice. Zastosowano go w miniaturowym chromatografie gazowym, którego celem była analiza gazów kopalnianych (m.in. metanu). Zadaniem mikrozaworu jest dozowanie do gazu nośnego (helu) próbki gazu zawierającej małą, nieznaną ilość metanu.

W układzie pomiarowym mikrozaworu krzyżowego podłączone są cztery linie:

- 1) doprowadzająca gaz nośny (np. hel, powietrze, ...),
- 2) doprowadzająca gaz dozowany (np. mieszanina gazu badanego, powietrze, ...)
- 3) doprowadzająca sprężone powietrze sterujące pracą mikrozaworu,
- 4) wyjściowa, zawierająca mieszaninę gazów, która podłączona jest to przepływomierza.



Rysunek 2. Schemat mikrozaworu pneumatycznego

Przepływ gazu w układzie wymuszany jest ciśnieniem z układu pneumatycznego. Każda linia zaopatrzona jest w regulatory ciśnienia (P_A – ciśnienie gazu nośnego, P_B – ciśnienie gazu dozowanego i P_S – ciśnienie sterujące) oraz w zawory ręczne pozwalające na całkowite odcięcie wybranego przepływu.

Gaz wychodzący z mikrozaworu, po przejściu przez dławik, trafia do przepływomierza. W zależności od ciśnień i proporcji gazów nośnego i dozowanego, wartość przepływu zmienia się, co jest obrazowane w aplikacji komputerowej odczytującej sygnał wyjściowy przepływomierza z wykorzystaniem karty pomiarowej (DAQ).

Mikrozawór składa się z 4 warstw: szkło, krzem, folia kaptonowa, szkło. W podłożu krzemowym wykonane zostały krzyżujące się mikrokanaly, a w podłożach szklanych otwory do podłączenia poszczególnych linii. Folia kaptonowa tworzy ruchomą membranę, która otwiera lub zamyka mikrozawór pod wpływem różnicy ciśnień.

Gaz nośny przepływa bez przeszkód głównym kanałem przez mikrozawór. W zależności od położenia membrany gaz nośny może być mieszany z gazem dozowanym, który płynie drugim kanałem. Odpowiednio wysokie ciśnienie sterujące powoduje dociśnięcie membrany i zmniejszenie lub zablokowanie przepływu gazu dozowanego do głównego kanału. Zmniejszenie ciśnienia sterującego otwiera przejście między kanałami – wówczas gaz nośny może „zabrać ze sobą” porcję gazu dozowanego. Dokładny schemat i opis mikrozaworu znaleźć można w artykule [1] (s. 320, rys. 3).



UWAGA:

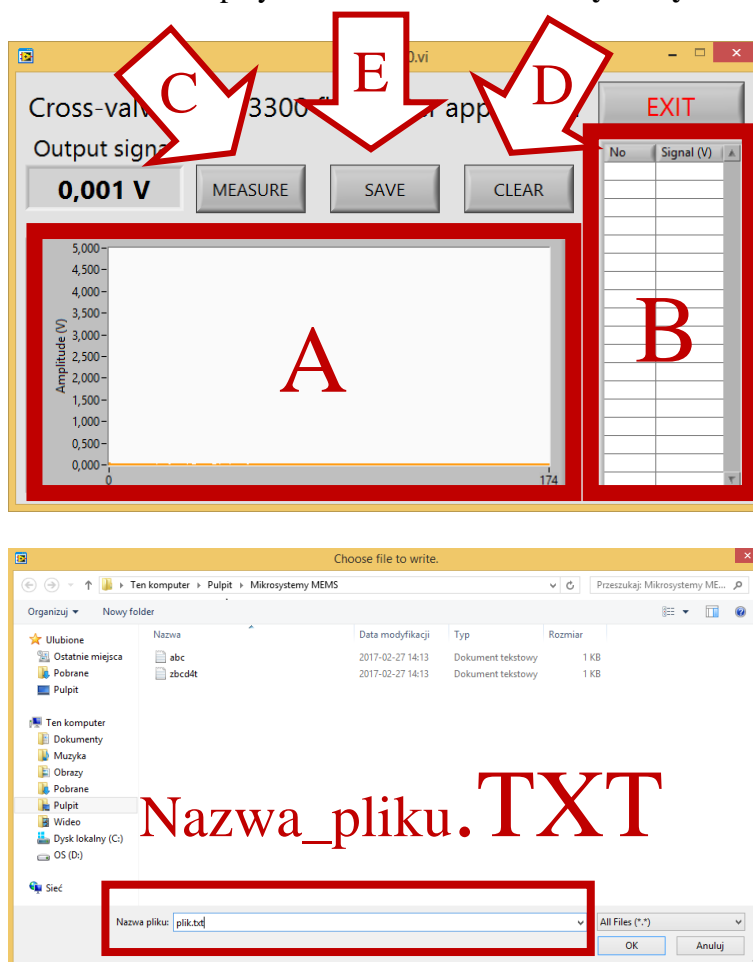
Przed wykonaniem ćwiczenia proszę zapoznać się obowiązkowo z budową i zasadą działania mikrozaworu (artykuł [1]).

Przebieg ćwiczenia:

1. Zaznajomienie się z układem pomiarowym

Pomiar natężenia przepływu dokonuje się za pomocą przepływomierza Honeywell AWM3300V zasilanego napięciem stałym 10 V. Urządzenie działa w zakresie **0-1000 sccm** (*standard cubic centimeters per minute*) generując sygnał wyjściowy w zakresie 1-5 V (sygnał napięciowy należy przeliczyć na jednostkę przepływu **ml/min** wg. danych zamieszczonych w nocie katalogowej przepływomierza). Odczytywanie napięcia wyjściowego odbywa się za pomocą karty pomiarowej i programu rejestrującego wykonanego w środowisku LabVIEW (skrót **AWM 3300** na Pulpicie). Program (Rys. 3a) składa się z następujących elementów: A – wykresu wartości napięcia przepływomierza w funkcji czasu, B – tabeli z zapisanymi wartościami chwilowymi przepływu, C – kontrolki do

zapisu aktualnej wartości pomiaru. Tabelę B można wymazać za pomocą kontrolki D lub dokonać zapisu tej tabeli do pliku za pomocą kontrolki E (Rys. 3b). Pliki powinny mieć nazwę <numer_indeksu>.txt i zapisywane w folderze **Mikrosystemy MEMS** na **Pulpicie**.



Rysunek 3. Program rejestrujący sygnał wyjściowy przepływomierza: a) panel główny, b) okno zapisu wyników

2. Przeprowadzenie pomiarów:

a) Wyznaczenie charakterystyk przepływu oraz ciśnienia gazu na wyjściu mikrozaworu w zależności od ciśnienia **gazu nośnego**, przy odciętym przepływie gazu dozowanego (zawór ręczny linii 2 zamknięty). Zakres zmian P_N : **0-2 barów** oraz **2-0 barów**, z kwantem **0,2 bara**.

b) Wyznaczenie charakterystyk przepływu oraz ciśnienia gazu na wyjściu mikrozaworu w zależności od ciśnienia **gazu dozowanego**, przy odciętym przepływie gazu nośnego (zawór ręczny linii 1 zamknięty). Zakres zmian P_D : **0-2 barów** oraz **2-0 barów**, z kwantem **0,2 bara**.

c) Wyznaczenie charakterystyk przepływu **mieszanki gazów nośnego i dozowanego** (zawory ręczne linii 1 i 2 otwarte):

- ustawić stałą wartość ciśnienia gazu nośnego P_N : **0; 0,5; 1; 1,5, 2 bary**,
- zmieniać wartość ciśnienia gazu dozowanego P_D : **0-2 barów**, z kwantem **0,2 bara**,
- sporządzić wykresy przepływu gazu dla ciśnienia gazu dozowanego (P_N jako parametr).

d) Wyznaczenie charakterystyk **dozowania gazu**:

- odciąć dopływ gazu nośnego (zawór ręczny linii 1 zamknięty),
- otworzyć dopływ gazu dozowanego i sterującego (zawory ręczne linii 2 i 3 otwarte),
- ustawić stałą wartość ciśnienia dla gazu dozowanego P_D : **0,5; 1; 1,5 bara**,
- zmieniać nastawy ciśnienia sterującego P_s : **0-2 barów** oraz **2-0 barów**, z kwantem **0,1 bara**,
- sporządzić wykresy przepływu gazu od wartości ciśnienia sterującego,

Uwaga: zawór, jeżeli będzie miał nieodpowiednie ciśnienie sterujące, może nie być w stanie przeciwdziałać przepływowi gazu dozowanego.

4. Opracowanie wyników pomiarów:

- przedstawić czytelnie wyniki pomiarów w tabelach i na wykresach,
- określić wpływ ciśnień i składu mieszaniny gazów na wskazania przepływomierza,
- wyznaczyć spadek ciśnienia w mikrozaworze dla gazu nośnego i dozowanego,
- ocenić powtarzalność przepływu dla pomiarów z narostem i spadkiem ciśnienia,
- określić wymagane ciśnienie sterujące zaworu pneumatycznego.

Zagadnienia do samodzielnego przygotowania:

1. Narysować schemat budowy i opisać zasadę działania mikrozaworu krzyżowego:
 - co się dzieje, gdy zawór jest otwarty?
 - co się dzieje, gdy zawór jest zamknięty?
2. Co to jest przepływ (definicja, najczęściej stosowane jednostki)
3. Jakie są warunki poprawnej pracy zaworu (zależności ciśnieniowe)?

Literatura:

1. **J. A. Dziuban et al., *Portable gas chromatograph with integrated components*, Sensors and Actuators A, 115, 2004, 318–330**
1. Jan A. Dziuban, *Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowo-szklanych w technice mikrosystemów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004
2. Czasopisma poświęcone mikrosystemom, mikroczujnikom oraz mikrofluidyce, np. Sensors and Actuators, Journal of Micromechanics and Microengineering.
3. Nota katalogowa rodziny czujników Honeywell AWM 3000v