



# Politechnika Śląska

**WYDZIAŁ AUTOMATYKI, ELEKTRONIKI I INFORMATYKI**

Laboratorium OSP

**Podsumowanie projektu OSP**

Autorzy: Tadeusz Dźwigot

Kamil Haratyk

Jan Suchanek

Rok akademicki: 2024/25

Kierunek: Automatyka i Robotyka

Semestr: 6

Grupa: 5TI

Data: 07.05.2025

## 1. Wstęp i opis projektu

Celem niniejszego projektu jest opracowanie i implementacja systemu służącego do analizy wibracji komputerowego wentylatora, z uwzględnieniem monitorowania jego stanu technicznego w czasie rzeczywistym. System ma umożliwiać wykrywanie nieprawidłowości pracy wentylatora na podstawie sygnału wibracyjnego oraz jego analizy widmowej.

Do realizacji zadania wykorzystane zostaną dwa wentylatory komputerowe, z których jeden zostanie celowo uszkodzony poprzez naruszenie jednej z łopatek, w celu zwiększenia poziomu generowanych wibracji. Pomiar wibracji zostanie zrealizowany przy użyciu półprzewodnikowych akcelerometrów ADXL, natomiast rejestracja sygnałów wibracyjnych i prędkości obrotowej wentylatorów odbędzie się za pomocą karty pomiarowej NI USB-6003.

System będzie wyposażony w interfejs stworzony w środowisku LabView, umożliwiający:

- prezentację sygnału wibracyjnego w czasie rzeczywistym (on-line),
- analizę widma mocy (Power Spectrum) w czasie rzeczywistym,

Dodatkowo, system umożliwi zapis danych pomiarowych po naciśnięciu przycisku RECORD. Pliki zapisywane będą w formacie TDMS. Równolegle dane będą zapisywane do bazy danych SQLite, co umożliwi ich dalszą wizualizację i analizę.

## 2. Budowa stanowiska pomiarowego

Naszą pracę zaczęliśmy od budowy stanowiska pomiarowego w którym zamontujemy wiatraki, stanowisko jest skrócone z deski. Wiatraki zamontowane są obok siebie w taki sposób aby zminimalizować przenoszenie się drgań z jednego na drugi wiatrak.



*Rysunek 1 Stanowisko pomiarowe*

### 3.Opis elektroniki i schemat elektryczny układu

Podczas budowy systemu mikroprocesorowego chcieliśmy aby łączył w sobie prostotę i niską cenę komponentów dlatego postawiliśmy na Arduino Uno, Mostek H, potencjometru, dwóch wiatraków i dwóch akcelerometrów.

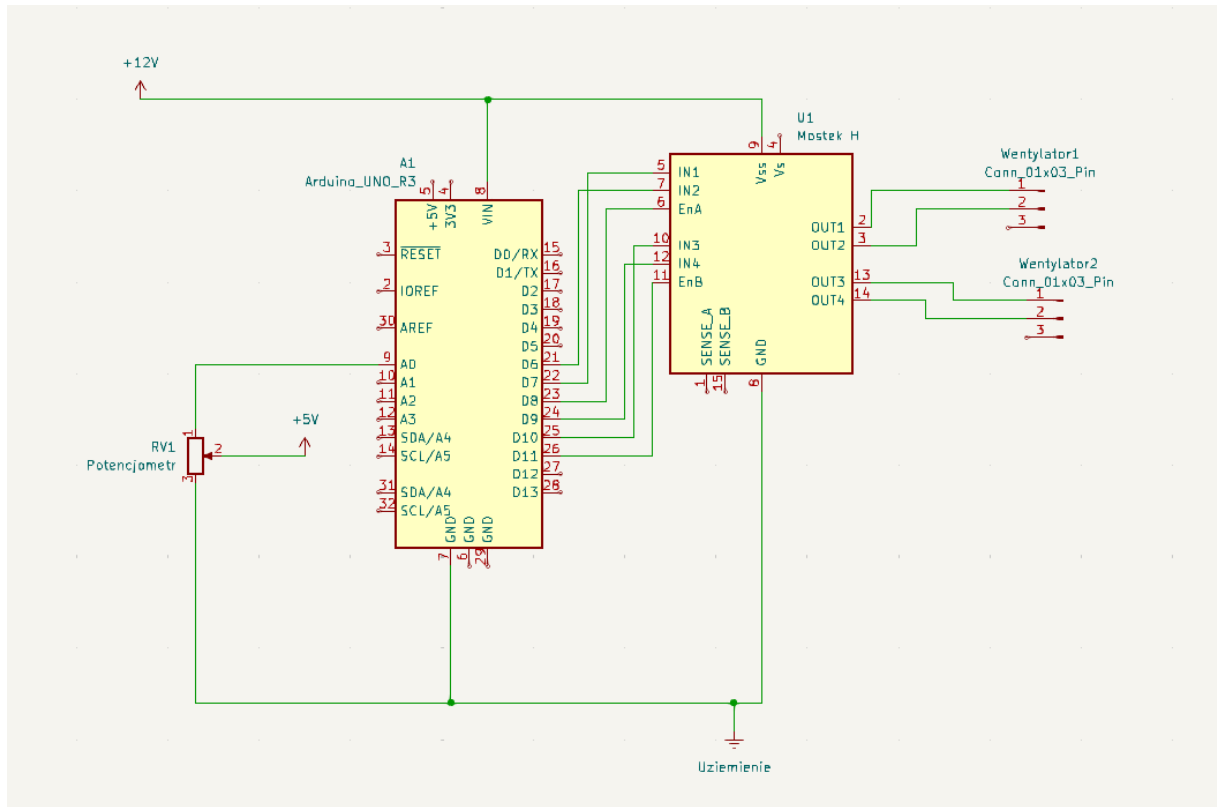
W naszym projekcie prędkością kręcenia się wiatraków sterowaliśmy za pomocą potencjometru który zmieniał PWM.

Do badania wibracji na wiatrakach użyliśmy akcelerometrów które były przyklejone do wiatraków.

### Modele użytych komponentów:

- Arduino Uno
- Mostek H (L298N)
- Potencjometr (30K Ohm)
- Wiatraki (NF-S12A)
- Akcelerometry (ADXL345)

## SCHEMAT INSTALACJI:



### Rysunek 2 Schemat elektryczny

## KOD ARDUINO:

```
// Piny wiatrak A
const int ENA = 8;
const int IN1 = 7;
const int IN2 = 6;
```

```

// Piny wiatrak B
const int ENB = 11;
const int IN3 = 10;
const int IN4 = 9;

// Pin potencjometru
const int potPin = A0;

void setup() {
  pinMode(ENA, OUTPUT);
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);

  pinMode(ENB, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);

  pinMode(potPin, INPUT);

  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);

  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int potValue = analogRead(potPin);

  int pwmValue = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);

  Serial.print("Wartosc potencjometru: ");
  Serial.print(potValue);
  Serial.print(" | PWM: ");
  Serial.println(pwmValue);

  analogWrite(ENA, pwmValue);
  analogWrite(ENB, pwmValue);

  delay(200);
}

```

## 4. Opis aplikacji i karty DAQ

Do realizacji zadania użyto karty DAQ NI 6003 USB. Jest to wielofunkcyjna, niskobudżetowa karta, pozwalająca m.in. na akwizycję sygnału do aplikacji napisanych w LabView i uruchamianych na zwykłym PC. Zastosowane w karcie złącze USB zapewnia jej wszechstronność. Do naszego projektu użyliśmy pięciu pierwszych wejść analogowych. Cztery z nich odczytywały kolejne wyjścia dwóch akcelerometrów, a piąte odczytywało wartość napięcia zasilania używaną dla poprawy dokładności pomiarów i jako zabezpieczenie przed potencjalnymi wahaniami wartości napięcia zasilającego. Użyte akcelerometry to model ADXL345, czyli prosty, trzyosiowy akcelometr pozwalając na wysokiej jakości pomiary drgań w

trzech osiach. W naszym projekcie wykorzystaliśmy tylko sygnały wyjściowe pomiaru drgań w osiach x i y, pominęliśmy odczyty z osi z, które charakteryzowały inne wartości częstotliwości, oraz inny zakres, wynikające z innej metody pomiaru drgań dla tej osi. Dla naszego, uproszczonego stanowiska pomiarowego dwie osie pomiarowe były jednak wystarczające. Napisanie aplikacji w LabView było jedną z głównych części projektu. W ramach pracy stworzyliśmy kompletną aplikację do akwizycji i obróbki sygnału z naszego układu pomiarowego. Swój program stworzyliśmy na podstawie szablonu z zajęć z Oprogramowania Systemów Pomiarowych, udostępnionego nam przez Romana Wyżgolika.

a. Panel główny aplikacji

Na panelu głównym aplikacji umieściliśmy najważniejsze przyciski i funkcjonalności wymagane do korzystania z aplikacji. Po lewej stronie panelu znajdują się przyciski, pozwalające na uruchomienie oraz dostosowanie działania aplikacji. Po włączeniu programu użytkownik ma możliwość dostosowania parametrów akwizycji, takich jak porty, częstotliwość próbkowania czy też zakresy szczytywanych napięć. Aplikacja ładuje się z parametrami predefiniowanymi w pliku konfiguracyjnym, jednak czasami może wystąpić konieczność ich zmiany, a umieszczenie na panelu znacznie to ułatwia. Nad konfiguracją karty znajdują się przyciski dotyczące sposobu obróbki danych, pozwalające na zarządzanie użyciem obwiedni, oraz na zmianę skali wyświetlania na decybelową.

Użytkownik może uruchomić akwizycję za pomocą przycisku START, zatrzymać ją za pomocą STOP, lub zamknąć aplikację za pomocą EXIT.

W trakcie działania aplikacji Użytkownik może za pomocą przycisku RECORD zapisać dane z ostatniej akwizycji sygnału, zarówno do nowostworzonego pliku TDMS oraz jako kolejne rekordy do bazy danych.

Po prawej stronie panelu znajdują się dwa wykresy, górny przedstawia aktualny odczyt z akcelerometrów, wyskalowany i przeliczony na g. Widocznością danych z poszczególnych czujników i osi można zarządzać za pomocą przycisków znajdujących się obok legendy.

Na dolnym wykresie zostały przedstawione PS od poszczególnych rejestrowanych sygnałów. Podobnie jak w przypadku górnego wykresu widocznością danych można zarządzać za pomocą checkbox-ów znajdujących się obok legendy.



Rysunek 1 Widok ekranu głównego aplikacji

#### b. Opis implementacji

Aplikacja zastaa oparta na udostępnionym nam szablonie QMH. Całość logiki akwizycji odbywa się w Acquisition Loop. Tam też odbywa się obróbka oraz wyświetlanie na wykresach.

Poza plikiem main oraz zaimplementowanymi w szablonie plikami do obsługi karty DAQ stworzyliśmy też kilka funkcji dedykowanych dla naszego przypadku. Są to:

- save\_to\_db.vi – odpowiadający za zapis do skonfigurowanej wcześniej bazy danych, vi wstawia do bazy nowe wiersze wraz z danymi.
- save\_to\_tdms.vi - odpowiadający za zapis do pliku tdms – vi tworzy nowy plik TDMS i zapisuje tam dane z akwizycji.
- data\_handling.vi – odpowiadający za przekształcanie surowego sygnału z czujników na gotowy do wyświetlenia format Waveform, przekształca również dane z V na g.
- transform.vi – odpowiadający za obliczanie Power Spectrum, wyjście zależy od binarnych parametrów odpowiadających za skalę i użycie obwiedni.



Rysunek 2 Widok Block Diagram aplikacji Main

## 5. Przyszłość naszego projektu

W przyszłości do naszego projektu chcemy dodać wyświetlacz z którego będzie można odczytać prędkość z którą obracają się wiatraki, chcemy aby prędkość z którą obracają się wiatraki była wyświetlana na panelu w aplikacji w Lab view.

## 6. Obserwacje

Podczas prowadzonych prac zauważyliśmy wyraźną różnicę w poziomie drgań pomiędzy wentylatorem uszkodzonym a sprawnym. Analiza wykazała, że amplituda oscylacji była zauważalnie większa w przypadku wentylatora z uszkodzeniem. Zjawisko to wynikało z nierównomiernej pracy jednej z łopatek, która transportowała mniejszą ilość powietrza niż pozostałe. Taka niesymetryczność w rozkładzie sił prowadziła do zwiększonych wibracji całego układu, co jest zgodne z naszymi wcześniejszymi przewidywaniami.

Na podstawie uzyskanych wyników jesteśmy zdania, że opracowana przez nas projekt może znaleźć szerokie zastosowanie w przemyśle – szczególnie w obszarach, gdzie istotne jest monitorowanie drgań maszyn lub robotów, a także tam, gdzie precyzja ruchu ma kluczowe znaczenie. Dzięki zdolności do identyfikowania nawet subtelnych odchyłeń w pracy urządzeń, system ten może stanowić cenne narzędzie diagnostyczne i prewencyjne, przyczyniając się do zwiększenia niezawodności oraz bezpieczeństwa eksploatacji maszyn.

## 7. Podsumowanie

Podsumowując nasz projekt stworzyliśmy profesjonalne stanowisko do badania drgań pochodzących od wiatraków komputerowych. Zastosowany sprzęt oraz oprogramowanie pozwalają na prowadzenie szerzej zakrojonych badań drgań wiatraków, ich przenoszenia oraz wpływu tych drgań na odczucia użytkowników sprzętu elektronicznego. Projekt spełnia wszystkie wymagania początkowe, oraz jest świetną bazą do dalszego rozwoju. Zarówno ze strony oprogramowania opartego na QMH i bazie danych SQLite jak i ze strony sprzętowej jest sporo możliwości i miejsca na ulepszenia oraz rozbudowę projektu, który w przyszłości może zostać użyty jako stanowisko laboratoryjne na naszej uczelni.

Podczas projektu pogłęбилиśmy nasze umiejętności z zakresu tworzenia i oprogramowania systemów pomiarowych, często korzystaliśmy z informacji nabytych na wcześniejszych semestrach studiów co pozwoliło nam zastosować w praktyce wiedzę którą wcześniej zdobyliśmy.