

# Politechnika Warszawska

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI  
I TECHNIK INFORMACYJNYCH



EAME PROJEKT 2022Z

## URZĄDZENIE DO ANALIZY ODDECHU

DOKUMENTACJA PROJEKTOWA

### **Zespół 5**

Cyprian Galicki

Ewa Mergo

Karolina Olszewska

**Prowadzący:** mgr inż. Krzysztof Dygnarowicz

23.01.2023

## Spis treści

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Wstęp.....  | 3  |
| 1.1 | Krótki opis problemu bezdechu.....                            | 3  |
| 1.2 | Cel pracy.....  | 3  |
| 1.3 | Schemat blokowy układu akwizycji i koncepcja rozwiązania..... | 4  |
| 2.  | Projekt .....   | 4  |
| 2.1 | Realizacja projektu .....                                     | 4  |
| 2.2 | Oprogramowanie .....  | 6  |
| 2.3 | Aplikacja .....   | 9  |
| 2.4 | Produkt końcowy.....  | 11 |
| 3.  | Wnioski .....   | 12 |

# 1. Wstęp

## 1.1 Krótki opis problemu bezdechu

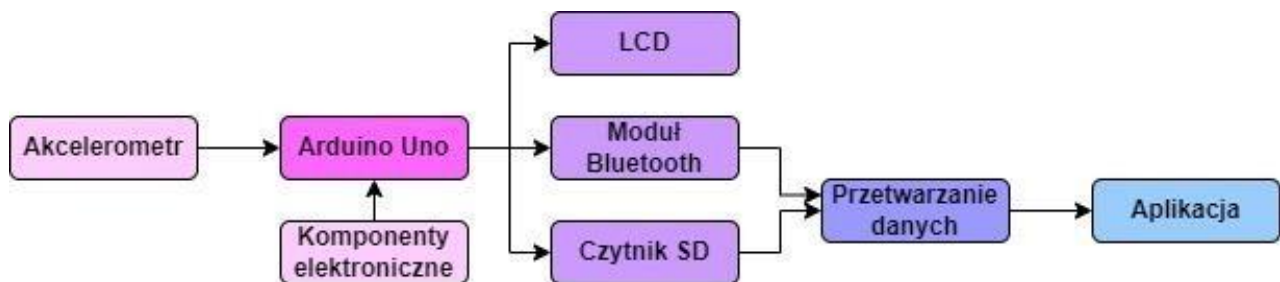
Bezdech jest zjawiskiem zaniku przepływu powietrza przez drogi oddechowe. Objętość płuc podczas bezdechu jest stała, a praca mięśni oddechowych ustaje. Dla ludzkiego życia jest to bardzo niebezpieczna sytuacja powodująca niedotlenienie. U osób dorosłych przyczynia się do występowania schorzeń ogólnoustrojowych: nadciśnienie tętnicze, nadciśnienie płucne, choroby niedokrwiennej serca, zaburzenia rytmu serca, niewydolności serca, nietolerancji cukru, glukozy i zespołu metabolicznego. U niemowląt znane są przypadki śmierci (sudden infant death syndrome) wskutek bezdechu występującego w czasie snu. Bezdech senny polega na powtarzającym się ograniczeniu przepływu powietrza podczas snu. Przerwy w oddychaniu trwają 10 sekund lub dłużej. Oprócz ogólnych powikłań brak oddechu podczas snu jest czynnikiem ryzyka udaru mózgu, choroby Alzheimera oraz jaskry.

W celu diagnostyki dzieci i dorosłych zagrożonych bezdechem w czasie snu wykorzystuje się badanie polisomnograficzne lub testy do badań przesiewowych na obturacyjny bezdech senny, którymi można zbadać się w domu. Leczenie jest bardzo różnorodne, bowiem zależy od przyczyny. Zalecane jest przyjmowanie odpowiedniej pozycji ciała podczas snu, odstawienie wszelkich używek i substancji wpływających na szybkość oddechu i bicia serca oraz utrzymywanie prawidłowej wagi.

## 1.2 Cel pracy

Celem pracy jest zbudowanie urządzenia, które pozwoliłoby nam monitorować oddech badanej osoby. Urządzenie powinno działać przez określony czas, najlepiej długi np. całą noc. Dzięki takim pomiarom możemy określić czy wdrożone leczenie przynosi pozytywny efekt.

### 1.3 Schemat blokowy układu akwizycji i koncepcja rozwiązania



**Planowane komponenty elektroniczne:** bateria 9V, przyciski sterowania, buzzer, RTC

#### Koncepcja rozwiązania:

Za pomocą mikrokontrolera zbierane są dane z oddechu pacjenta. Mikrokontroler zasilany jest baterią 9V. Dołączone są przyciski pozwalające na sterowanie modulem pomiarowym, buzzer do sygnalizowania braku aktywności oddechowej oraz moduł RTC do mierzenia liczby oddechów na minutę. Z Arduino Uno dane są przesyłane na LCD, by wyświetlać zebrane dane na żywo. Dane są także przekazywane do modułu Bluetooth zapisywane na karcie SD. Dane następnie przetwarzane – zachodzi akwizycja oraz filtracja – po czym przesyłane są do aplikacji na komputer.

## 2. Projekt

### 2.1 Realizacja projektu

Do realizacji projektu finalnie wykorzystano następujące komponenty elektroniczne:

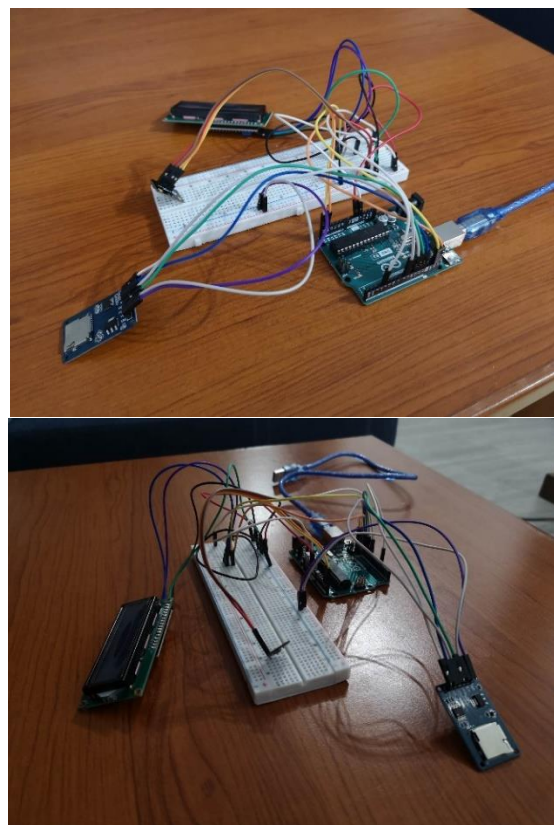
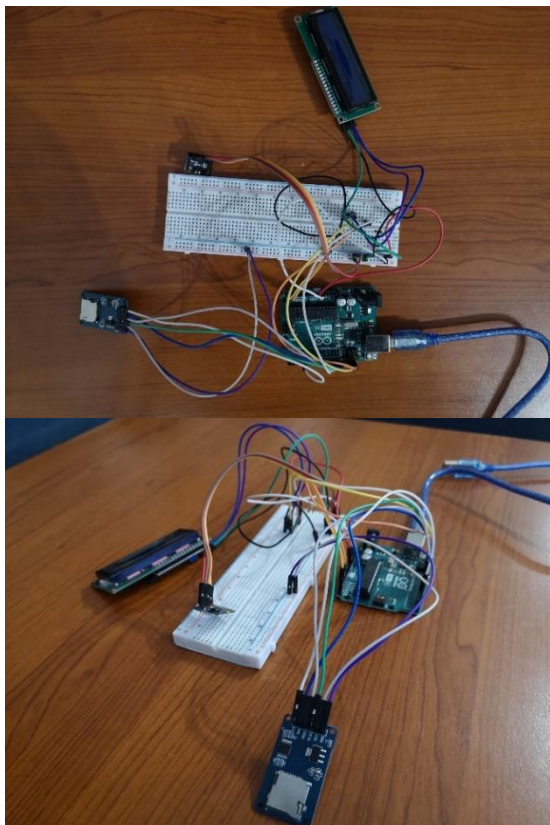
- Arduino Uno
- akcelerometr MPU6050
- wyświetlacz LCD 2x16 z konwerterem I2C
- Buzzer
- Czytnik karty microSD
- Bateria 9V
- Rezystory

Z elementów dobranych na początku projektu nie wykorzystano:

- modułu RTC
- przycisków
- modułu Bluetooth

Przyciski okazały się zbędne przy realizacji projektu, ponieważ wymagany był jedynie przycisk resetujący pomiar – ten dostępny jest na module Arduino. Zegar czasu rzeczywistego RTC nie mógł zostać użyty, ponieważ miał ten sam adres co akcelerometr podczas komunikacji z Arduino Uno. W zamian za to napisany został kod, odliczający czas od rozpoczęcia pomiarów, który wyświetlany jest na ekranie LCD. Modułu Bluetooth nie udało się zaimplementować z powodu braku komunikacji między modulem a komputerem. Powodem jest zapewne wadliwy moduł Bluetooth, jednak nie udało się nam go wymienić. W zamian za to dane przenoszone są na komputer za pomocą karty SD.

Poniżej zdjęcia stworzonego układu:



## 2.2 Oprogramowanie

Do oprogramowani akcelerometru wykorzystano bibliotekę „Arduino-MPU6050-master”. Dzięki dostępnym w bibliotece funkcjom przyjęto następujące ustawienia sensora:

- ustawienie opóźnienia zasilania akcelerometru
- wyłączenie przerw sprzętowych dla wybranych zdarzeń
- zastosowanie filtra górno-przepustowego
- wyskalowanie i ustawienie wykrywania ruchu oraz bezruchu, tak by mógł on wskazywać niewielkie zmiany położenia akcelerometru wywołane ruchem klatki piersiowej.

```
// Dodatkowe opoznienie zasilania akcelerometru 3ms
mpu.setAccelPowerOnDelay(MPU6050_DELAY_3MS);

// Wylaczamy sprzetowe przerwania dla wybranych zdarzen
mpu.setIntFreeFallEnabled(false);
mpu.setIntZeroMotionEnabled(false);
mpu.setIntMotionEnabled(false);

// Ustawiamy filtr gorno-przepustowy
mpu.setDHPFMode(MPU6050_DHPF_5HZ);

// Ustawiamy granice wykrywania ruchu na 2mg (zadana wartosc dzielimy przez 2)
// oraz minimalny czas trwania na 5ms
mpu.setMotionDetectionThreshold(1);
mpu.setMotionDetectionDuration(5);

// Ustawiamy granice wykrywania bezruchu na 20mg (zadana wartosc dzielimy przez 2)
// oraz minimalny czas trwania na 20ms
//mpu.setZeroMotionDetectionThreshold(10);
//mpu.setZeroMotionDetectionDuration(20);
```

Do monitorowania oddechu użyto funkcji sprawdzającej, czy akcelerometr jest w ruchu. Jeśli wykryto brak zmian położenia akcelerometru, włączał się sygnał dźwiękowy (buzzer) sygnalizujący bezdech.

```
Activites act = mpu.readActivites(); // Funkcja sprawdzająca, czy akcelerometr jest w ruchu.
if (act.isActivity)
{
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
    Serial.print("Pacjent oddycha \n");
} else
{
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
    tone(buzzerPin, 50);
    //delay(500);
    //noTone(buzzerPin);
    //delay(500);
    Serial.print("Pacjent nie oddycha \n");
}
```

Zmiany położenia akcelerometru w osiach X, Y oraz Z są podawane od razu jako wartości znormalizowane.

```
// Odczytywanie znormalizowanych zmian położenia akcelerometru w osiach X, Y, Z.
Vector normAccel = mpu.readNormalizeAccel();

Serial.print(" Xnorm = ");
Serial.print(normAccel.XAxis);
Serial.print(" Ynorm = ");
Serial.print(normAccel.YAxis);
Serial.print(" Znorm = ");
Serial.println(normAccel.ZAxis);
```

Do pomiaru czasu oddechu napisano odpowiedni warunek if z opóźnieniem 1000 ms, co stanowi naliczanie czasu pomiaru co 1 sekundę.

```
if (s == 60)
{
    s = 0;
    m = m + 1;
}
if (m == 60)
{
    m = 0;
    h = h + 1;
    flag = flag + 1;
}
if (h == 13)
{
    h = 1;
}
```

Dane o czasie pomiaru oraz informacja czy pacjent oddycha, czy mamy do czynienia z bezdechem, są wyświetlane na ekranie LCD.

```
// Wyświetlanie na ekranie LCD czasu pomiaru aktywności oddechowej.
lcd.setCursor(0, 0);
s = s + 1;
lcd.print("Czas:");
lcd.print(h);
lcd.print("h");
lcd.print(":");
lcd.print(m);
lcd.print("m");
lcd.print(":");
lcd.print(s);
lcd.print("s");
if (flag == 24) flag = 0;
delay(1000);
lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(0, 1);  
if (act.isActivity)  
{  
    lcd.print("Pacjent oddycha");  
} else  
{  
    lcd.print("Brak oddechu");  
}
```

Zmiany położenia akcelerometru (na osi X, Y oraz Z) w czasie pomiaru są zapisywane na karcie SD, którą następnie podłącza się do komputera w celu analizy danych i wyświetlenia wykresów w dedykowanej aplikacji.

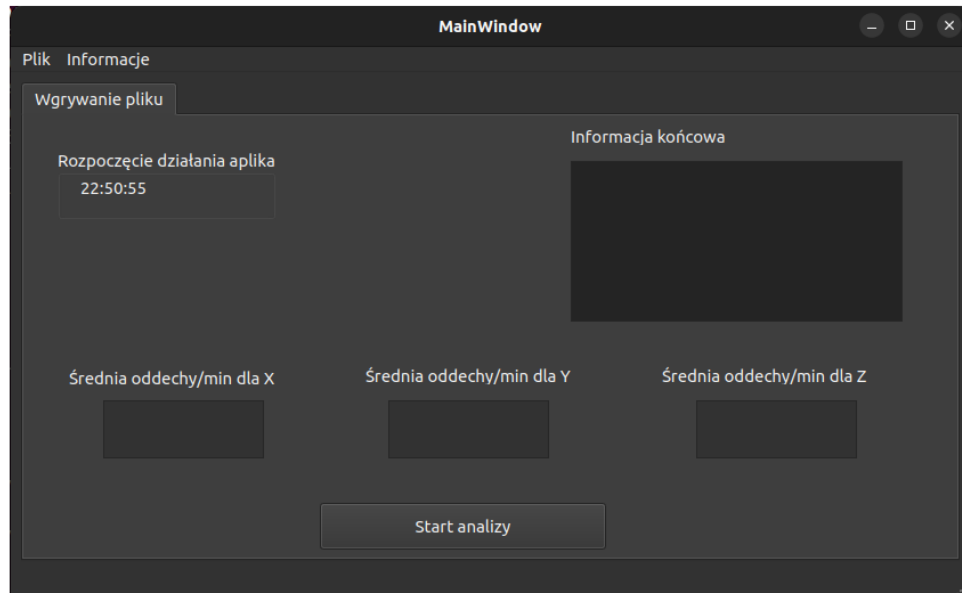
```
dataFile.print(h); dataFile.print("h");  
dataFile.print(m); dataFile.print("m");  
dataFile.print(s); dataFile.print("s"); dataFile.print("\t");  
dataFile.print(normAccel.XAxis, 6); dataFile.print("\t");  
dataFile.print(normAccel.YAxis, 6); dataFile.print("\t");  
dataFile.print(normAccel.ZAxis, 6); dataFile.print("\t");  
dataFile.print("\n");  
Serial.println("Zapis linii do pliku");
```



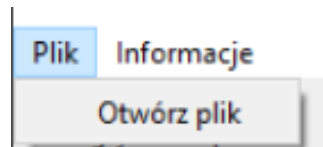
## 2.3 Aplikacja

Całość została napisana w języku Python, a do stworzenia formatki graficznej wykorzystano QT Designer.

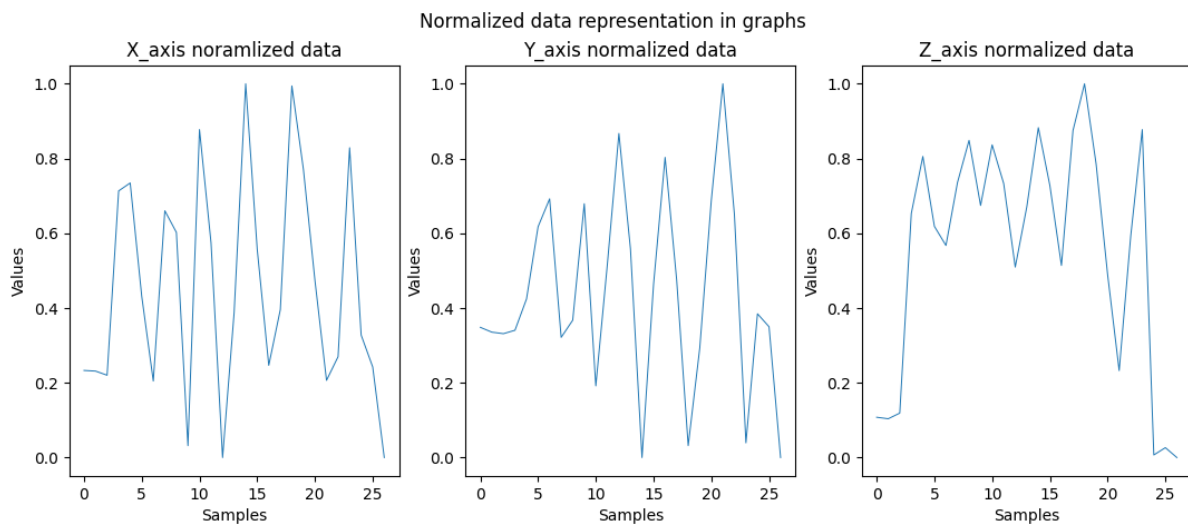
Po uruchomieniu aplikacji aplikacja\_eame.py powinno pokazać się poniższe okno:



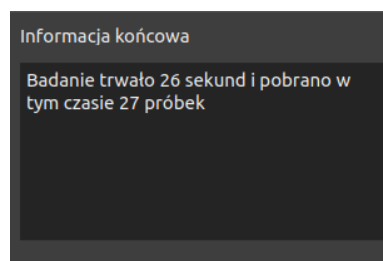
Następnie użytkownik może wybrać w lewym górnym rogu *Plik* lub *Informacje*.



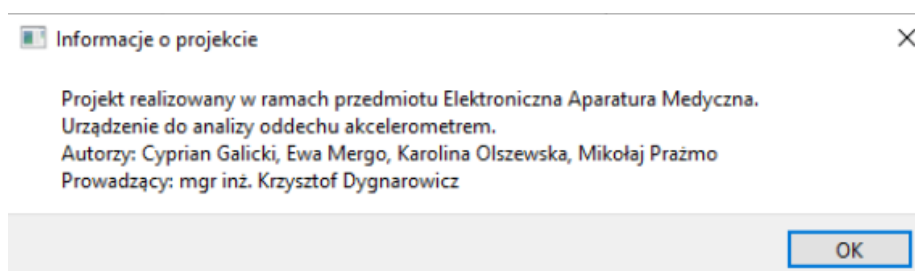
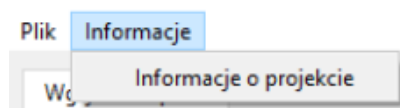
**Plik -> Otwórz plik** – użytkownik ładuje plik w formacie txt pobrany z czytnika kart. Następnie można wybrać czas rozpoczęcia i zakończenia analizy. Kolejno, aby dokonać analizy klika przycisk *Start analizy* co powoduje wygenerowanie wykresów.



Program zwraca informację końcową zawierającą: czas i o ilości próbek.

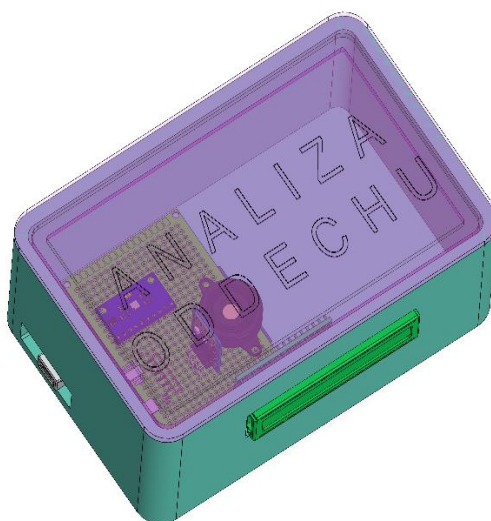
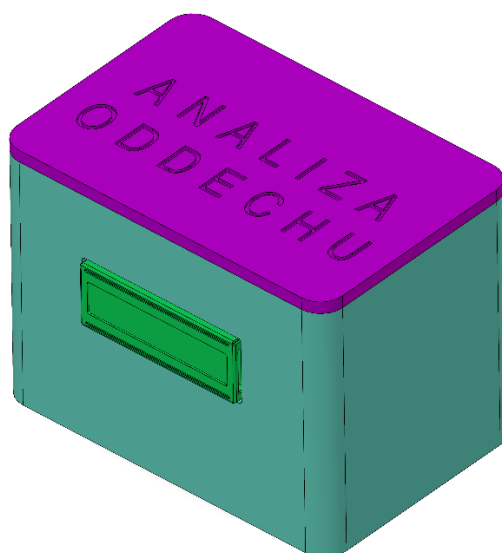


**Informacje -> Informacje o projekcie** – użytkownikowi wyświetla się okienko z informacjami na temat projektu.



## 2.4 Produkt końcowy

Mikrokontroler Arduino Uno wraz ze wszelkimi komponentami elektronicznymi zostanie umieszczony w przenośnym module „Analiza oddechu”, który na pomocą paska będzie można przytwierdzić do klatki oddechowej/powierzchni brzusznej. Moduł posiadał będzie widoczny ekran LCD, wyświetlający na bieżąco czas pomiaru i informację, czy osoba badana oddycha. Moduł zawiera także otwór przy przycisku RESET, tak by w łatwy sposób na nowo rozpocząć pomiar oddechu. Otwór został przedłużony, tak by użytkownik/programista swobodnie mógł podłączyć mikrokontroler do komputer (np. w celu dokonania modyfikacji kodu lub uruchomienia pomiaru bez baterii). Baterie w łatwy sposób można podłączyć do układu przez funkcjonalną pokrywkę. Dzięki użyciu pokrywki można także w prosty sposób wymienić komponenty elektroniczne w przypadku ich zniszczenia. Komponenty w celu ich unieruchomienia w module (w szczególności akcelerometru) zostaną przylutowane na płytce drukowanej uniwersalnej dwustronnej. Płytkę ta za pomocą pinów zostanie podłączona do Arduino Uno.



### **3. Wnioski**

W przypadku dodatkowego czasu na projekt należałoby popracować nad transmisją danych pomiarowych do aplikacji komputerowej za pomocą Bluetootha, a kartę SD potraktować jako kopię zapasową wykonanych pomiarów. Pozwoliłoby to na wykreślanie wykresów zmian położenia akcelerometru (w płaszczyznach X, Y, Z) i analizę danych z niewielkim opóźnieniem (prawie w czasie rzeczywistym). Ponadto można by zaimplementować aplikację na telefon, która powiadamiałaby osobę upoważnioną o braku oddechu u badanego pacjenta, co pozwoliłoby na natychmiastową interwencję.