



Politechnika Wrocławska

## Katedra Metrologii Elektronicznej i Fotonicznej

Nazwa kursu:

Metrologia optyczna - laboratorium

Temat projektu:

Bezdotykowy pomiar temperatury za  
pomocą pirometru opartym na  
czujniku MLX90614

Autorzy projektu:

inż. Piotr Rosiński

inż. Patryk Niczke

inż. Przemysław Lis

Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

Kierunek: Elektronika

Miejsce i rok: Wrocław, 2024

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
1.1	Wprowadzenie . . . . .	3
1.2	Cel projektu . . . . .	3
1.3	Zakres projektu . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Założenia projektowe</b>	<b>5</b>
2.1	Opis założeń funkcjonalnych . . . . .	5
2.2	Opis założeń konstrukcyjnych . . . . .	5
2.3	Opis założeń środowiskowych . . . . .	5
2.4	Opis założeń ekonomicznych . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Charakterystyka wykorzystanych komponentów sprzętowych</b>	<b>6</b>
3.1	Mikrokontroler Arduino Uno . . . . .	6
3.2	Czujnik temperatury MLX90614 . . . . .	6
3.3	4-przyciskowa klawiatura . . . . .	6
3.4	Wyświetlacz LCD z konwerterem I2C HD44780 . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Analiza struktury zastosowanego oprogramowania</b>	<b>7</b>
4.1	Połączenie z czujnikiem temperatury MLX90614 . . . . .	7
4.2	Połączenie z wyświetlaczem LCD HD44780 . . . . .	7
4.3	Synchroniczna współpraca LCD i czujnika temperatury z wykorzystaniem mikrokontrolera Arduino . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Uruchomienie projektu i skalibrowanie urządzenia</b>	<b>8</b>
5.1	Proces uruchomienia . . . . .	8
5.2	Kalibracja urządzenia . . . . .	8

<b>6</b>	<b>Wykonanie testów i dokonanie odpowiednich pomiarów</b>	<b>9</b>
6.1	Opis metodyki testowania . . . . .	9
6.2	Przygotowanie do testów . . . . .	9
6.3	Przebieg testów . . . . .	9
6.4	Dokonanie pomiarów . . . . .	9
6.5	Analiza wyników . . . . .	9
<b>7</b>	<b>Instrukcja użytkowania</b>	<b>10</b>
7.1	Krótki opis pirometru i jego przeznaczenia . . . . .	10
7.2	Ostrzeżenia dotyczące pomiarów wysokich temperatur/kontaktu z gorącymi obiektami . . . . .	10
7.3	Podłączenie pirometru do źródła zasilania . . . . .	10
7.4	Opcjonalna zmiana parametrów (emisyjność, odległość dokonywania pomiaru) . . . . .	10
7.5	Czyszczenie powierzchni czujnika . . . . .	10
7.6	Informacje o przechowywaniu . . . . .	10
7.7	Typowe problemy (np. brak odczytu, błędne wyniki) i ich możliwe rozwiązania . . . . .	10
<b>8</b>	<b>Podsumowanie i Wnioski</b>	<b>11</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>12</b>

# Rozdział 1

## Wstęp

### 1.1 Wprowadzenie

Metrologia optyczna stanowi obecnie jeden z najważniejszych narzędzi pomiarowych w nauce i przemyśle stale zwiększając swoje znaczenie. Bezdotykowy pomiar temperatury rewolucjonizuje precyzję kontroli procesów technologicznych, badań naukowych i diagnostyki medycznej. Szczególną zaletą tych rozwiązań jest możliwość wykonywania pomiarów w warunkach, które dotychczas stanowiły wyzwanie – w przypadku obiektów szybko się poruszających, materiałów o ekstremalnych temperaturach lub gdy klasyczny kontakt pomiarowy mógłby zakłócić naturalne właściwości badanego obiektu i wprowadzić zaburzenie do pomiaru.

### 1.2 Cel projektu

Celem niniejszego projektu jest opracowanie i implementacja pirometru – zaawansowanego urządzenia do bezdotykowego pomiaru temperatury wykorzystującego technologię podczerwieni. Projekt został zrealizowany w oparciu o czujnik MLX90614, który zapewnia odpowiednią precyzję i stabilność pomiarów w założonym zakresie temperatur. Sercem systemu jest popularna płyta mikrokontrolerowa, Arduino UNO, która stanowi centrum sterujące całego urządzenia. Płyta Arduino UNO oparta jest na 8-bitowym mikrokontrolerze ATmega328P, który za-

pewnia różnorodne funkcje, takie jak 14 cyfrowych pinów wejścia/wyjścia czy 6 analogowych wejść. Dzięki swojej prostocie i wszechstronności, Arduino UNO jest często pierwszym wyborem dla wielu, nieco mniej wymagających obliczeniowo projektów. Kod źródłowy projektu został napisany w języku C/C++, z wykorzystaniem open-sourcowych bibliotek ułatwiających programowanie kluczowych komponentów, w tym wyświetlacza LCD opartego na standardzie HD44780. HD44780 to standardowy kontroler wyświetlaczy LCD. Został opracowany przez firmę Hitachi w latach 80. XX wieku i jest powszechnie stosowany w alfanumerycznych wyświetlaczach dot-matrix [1].

## 1.3 Zakres projektu

Zakres niniejszego projektu obejmuje kompleksowe opracowanie bezdotykowego systemu pomiarowego temperatury, który łączy optymalne rozwiązania sprzętowe i programowe.

## Rozdział 2

### Założenia projektowe

2.1 Opis założeń funkcjonalnych

2.2 Opis założeń konstrukcyjnych

2.3 Opis założeń środowiskowych

2.4 Opis założeń ekonomicznych

## Rozdział 3

# Charakterystyka wykorzystanych komponentów sprzętowych

3.1 Mikrokontroler Arduino Uno

3.2 Czujnik temperatury MLX90614

3.3 4-przyciskowa klawiatura

3.4 Wyświetlacz LCD z konwerterem I2C HD44780

## Rozdział 4

# Analiza struktury zastosowanego oprogramowania

- 4.1 Połączenie z czujnikiem temperatury MLX90614
- 4.2 Połączenie z wyświetlaczem LCD HD44780
- 4.3 Synchroniczna współpraca LCD i czujnika temperatury z wykorzystaniem mikrokontrolera Arduino



## Rozdział 5

# Uruchomienie projektu i skalibrowanie urządzenia

### 5.1 Proces uruchomienia

### 5.2 Kalibracja urządzenia

## Rozdział 6

# Wykonanie testów i dokonanie odpowiednich pomiarów

6.1 Opis metodyki testowania

6.2 Przygotowanie do testów

6.3 Przebieg testów

6.4 Dokonanie pomiarów

6.5 Analiza wyników

## Rozdział 7

### Instrukcja użytkowania

- 7.1 Krótki opis pirometru i jego przeznaczenia
- 7.2 Ostrzeżenia dotyczące pomiarów wysokich temperatur/kontakt z gorącymi obiektami
- 7.3 Podłączenie pirometru do źródła zasilania
- 7.4 Opcjonalna zmiana parametrów (emisyjność, odległość dokonywania pomiaru)
- 7.5 Czyszczenie powierzchni czujnika
- 7.6 Informacje o przechowywaniu
- 7.7 Typowe problemy (np. brak odczytu, błędne wyniki) i ich możliwe rozwiązania

## Rozdział 8

## Podsumowanie i Wnioski

# Bibliografia

- [1] Sanchez, Julio; Canton, Maria P. (2007) - „Microcontroller Programming: the Microchip PIC. CRC Press.”