

**Katarzyna Peplińska - Matysiak**

**Sebastian Pecolt**

Wydział Technologii i Edukacji

Katedra Mechatroniki i Mechaniki Stosowanej

Politechnika Koszalińska

## **System akwizycji danych na bazie platformy Arduino**

**Słowa kluczowe:** mikrokontroler, czujniki, sensory, karta pomiarowa, system do akwizycji danych, Arduino, Matlab

### **1. Wstęp**

W wielu aplikacjach, gdzie pojawia się potrzeba akwizycji i przetwarzania danych z sensorów wykorzystuje się gotowe systemy pomiarowe. Często systemy te opierają się na kartach pomiarowych dostosowanych bezpośrednio do potrzeb danej aplikacji. Firmy takie jak National Instruments i Advantech wyspecjalizowały się w tworzeniu systemów kontrolno-pomiarowych, dostarczając użytkownikom niezbędnych narzędzi do akwizycji danych z pomiarów. Są to dedykowane karty pomiarowe, które umożliwiają budowanie zaawansowanych systemów kontrolno-pomiarowych, przy wykorzystaniu środowiska programistycznego, np. LabView firmy National Instruments.

Wymienione komercyjne systemy pomiarowe nie należą do tanich, więc część użytkowników, jest zmuszona do poszukiwania alternatywnych rozwiązań, spełniających ich oczekiwania nie nadwyrężając przy tym ich budżetu. Użytkownicy dysponujący wiedzą z zakresu elektroniki i programowania, radzą sobie wykorzystując jako systemy akwizycji danych mikrokontrolery i poprzez odpowiednie ich oprogramowanie mają możliwość wykorzystania ich w systemie pomiarowym. W przypadku użytkowników, nie posiadających wiedzy z zakresu prototypowania układów elektronicznych, zmuszeni są oni do poszukiwania alternatywnych – prostszych rozwiązań, spełniających ich oczekiwania.

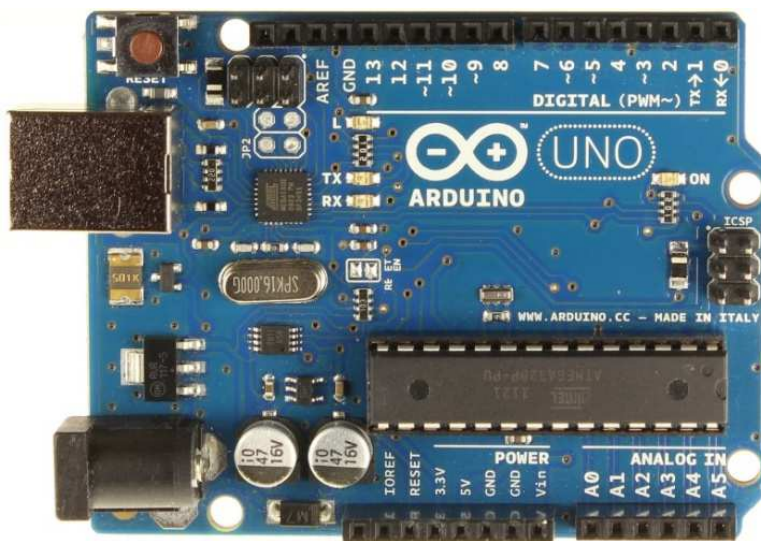
Jednym z takich rozwiązań może być proponowany system pomiarowy oparty na bazie platformy Arduino.

## 2. Opis platformy Arduino

Arduino stanowi platformę programistyczną dla systemów wbudowanych, która została oparta na projekcie Open Hardware. Głównym celem projektu Arduino jest przygotowanie narzędzi ogólnodostępnych, tanich i prostych w użyciu dla hobbystów chcących realizować projekty programistyczno-sprzętowe. Rodzina modułów bazowych Arduino jest obecnie bardzo duża i to od użytkownika zależy czy decyduje się na wersję minimalistyczną np. Arduino Nano, czy bardziej rozbudowaną np. Arduino Mega [1,2].

### 2.1. Opis płytki uruchomieniowej

Płytką Arduino Uno rev.3 jest układem najbardziej popularnym z rodziny Arduino. Znajduje się na niej mikrokontroler ATmega328, który zawiera 14 cyfrowych wejść/wyjść, gdzie 6 można także wykorzystać jako wejścia PWM (ang. Pulse Width Modulation) oraz 6 analogowych wejść o zakresie pomiarowym od 0 do 5V i pracujących rozdzielczością 10 bitów. Sygnał zegarowy z rezonatora umożliwia pracę układu z częstotliwością 16 MHz. Układ posiada 32 kB pamięci programu Flash oraz 2kB pamięci operacyjnej SRAM. Komunikacja z komputerem oraz zasilanie płytki Arduino jest możliwe poprzez port USB [4].

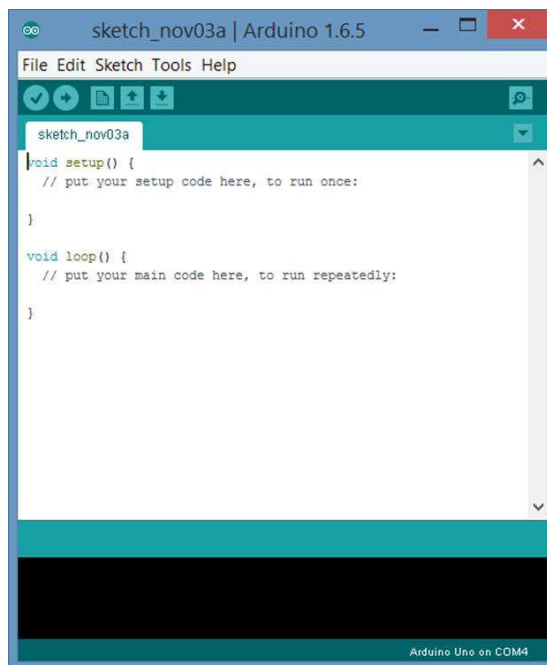


Rys. 1. Płytką Arduino Uno Rev3 - źródło:[4]

## 2.2. Oprogramowanie Arduino IDE

Zintegrowane środowisko programistyczne Arduino (Arduino Software IDE) (Rys.2.) zawiera prosty edytor tekstowy do wpisywania kodu programu, okna gdzie wyświetlane są komunikaty z kompilatora oraz monitora portu szeregowego, który pozwala na odczyt danych wysyłanych z Arduino na port szeregowy.

Istotnym aspektem dla programowania na Arduino są biblioteki dedykowane dla urządzeń peryferyjnych (klawiatury, wyświetlacze etc.), czujników oraz urządzeń wykonawczych (np. silniki). Na stronach internetowych znajdują się biblioteki, które za darmo można pobrać, a następnie zaimplementować do swojego projektu. W przypadku braku niezbędnej biblioteki, oprogramowanie IDE pozwala na stworzenie autorskiej na potrzeby własnego projektu [6].



Rys. 2. Widok aplikacji Arduino IDE - źródło: [opracowanie własne]

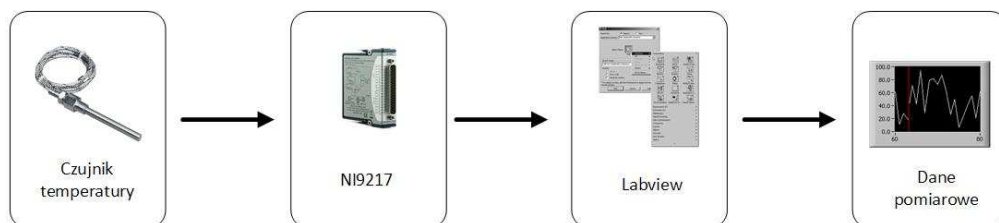
## 2.3. Wsparcie środowiska Matlab dla platformy Arduino

Program Matlab wspiera platformę Arduino poprzez pakiet gotowych narzędzi do zainstalowania, które umożliwiają połączenie pomiędzy Matlabem, a modułem Arduino za pomocą komunikacji szeregowej wykorzystującej port USB. Zarządzanie modułem może odbywać się przy wykorzystaniu podstawowego pakietu Matlab, lub przy pomocy Simulink-a, gdzie mamy możliwość tworzenia modeli symulacyjnych przy pomocy interfejsu graficznego.

Wspomniane narzędzia pozwalają na odczytywanie danych z analogowych i cyfrowych czujników podłączonych do dedykowanych wejść na płytce Arduino, kontrolowanie urządzeń wykonawczych z wykorzystaniem wyjść cyfrowych oraz PWM, dostęp do urządzeń peryferyjnych i czujników wykorzystujących protokoły I<sup>2</sup>C i SPI [3,5].

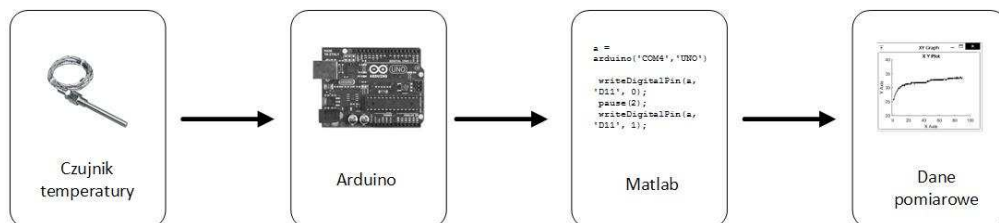
### 3. Opis systemu pomiarowego

W systemie bazującym na karcie pomiarowej firmy National Instruments (Rys. 3.), jako czujnik temperatury wykorzystano rezystancyjną sondę temperatury PT100, kartę pomiarową NI9217 oraz komputer z zainstalowanym środowiskiem LabView. Dane pomiarowe były zbierane z częstotliwością 1Hz[8].



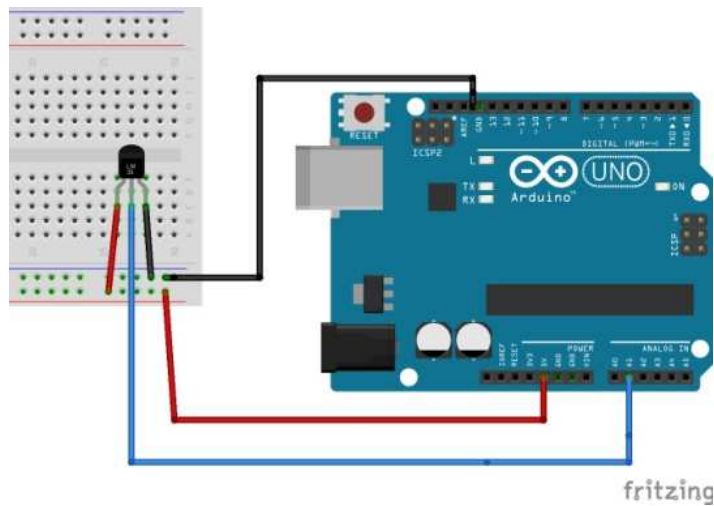
**Rys. 3.** System pomiarowy bazujący na rozwiązaniu National Instruments - źródło: [opracowanie własne]

W systemie pomiarowym bazującym na platformie Arduino (Rys. 4.), jako czujnik temperatury wykorzystano układ scalony LM35 firmy National Semiconductor, gdzie napięcie wyjściowe jest wprost proporcjonalne do temperatury w stopniach Celsjusza.



**Rys. 4.** System pomiarowy bazujący na Arduino - źródło: [opracowanie własne]

Zgodnie z notą katalogową[7], współczynnik przetwarzania dla czujnika wynosi 10mV/°C, a więc np. dla temperatury 50°C napięcie wyjściowe z czujnika będzie równe 0,5V. Schemat połączeń czujnika z płytką bazową został pokazany na Rys. 5.



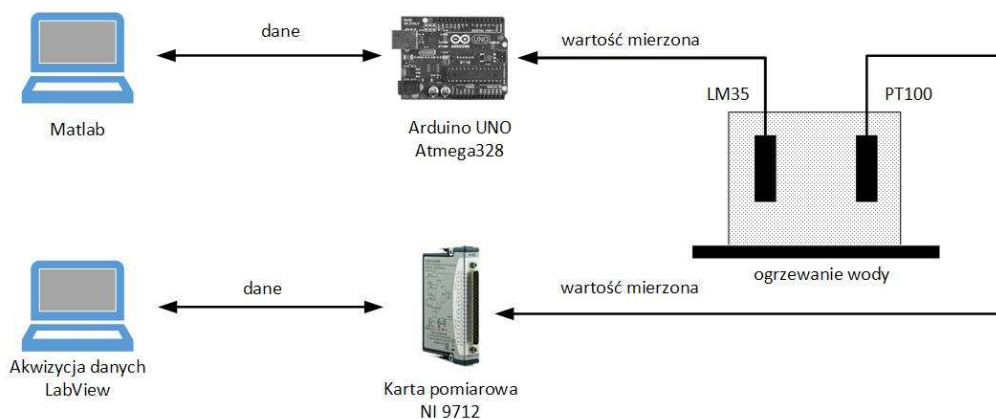
**Rys. 5.** Schemat połączenia czujnika temperatury z modułem Arduino  
- źródło: [opracowanie własne z wykorzystaniem programu Fritzing]

Program do odczytywania napięcia z czujnika temperatury w wyznaczonych chwilach czasu, tj. co jedną sekundę wysyła żądanie do Arduino o podanie napięcia z portu, do którego jest podłączony czujnik, a następnie zapisuje w przestrzeni roboczej Matlab'a wraz z informacją o czasie w którym próbka została zebrana. Kod programu do akwizycji danych został napisany w m-pliku w środowisku Matlab.

W związku z tym, że w systemie pomiarowym powstają niewielkie opóźnienia związane z wysłaniem żądania poprzez port USB i odebraniem danych, system taki nie sprawdzi się w zastosowaniach, gdzie wymagana jest duża częstotliwość próbkowania. Z przeprowadzonych badań wynika, że opóźnienie związane z odczytem wartości waha się w granicach 30ms, co w przypadku opisywanego systemu do monitorowania temperatury nie wpływa negatywnie na proces akwizycji danych.

#### 4. Wyniki pomiarów

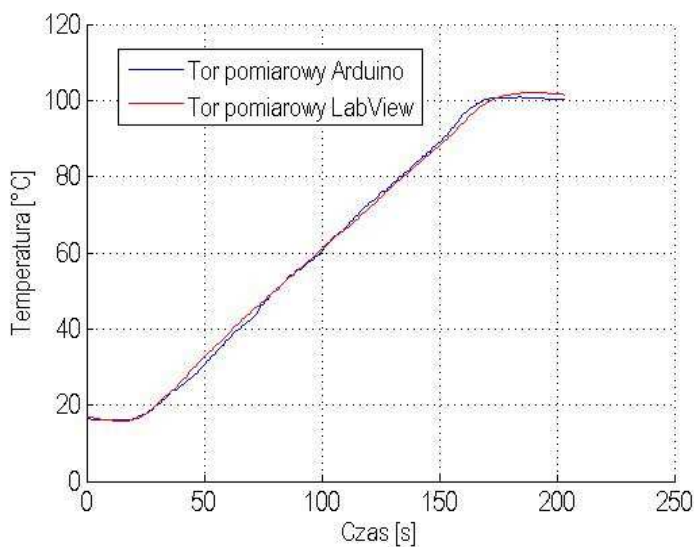
Proces, w którym były wykorzystywane systemy pomiarowe, dotyczył podgrzewania wody w zbiorniku wodnym z grzałką elektryczną. Danymi pomiarowymi, były temperatura wody w funkcji czasu. Stanowisko pomiarowe zostało zestawione zgodnie z Rys. 6. Wykorzystane w badaniu czujniki temperatury zostały umieszczone wewnątrz zbiornika wodnego. Wodę podgrzewano od temperatury początkowej tj. 16,5°C do temperatury wrzenia wody.



**Rys. 6.** Schemat stanowiska pomiarowego - źródło: [opracowanie własne]

Cały proces był na bieżąco monitorowany jednocześnie przez oba systemy pomiarowe. Rysunek 7 zawiera wyniki pomiarów z dwóch systemów pomiarowych.

Jak można zauważyć, dane otrzymane z obu systemów są zbliżone. Niewielkie odchyłki wartości temperatury są związane z czułością czujników, ich nieliniowością i bezwładnością cieplną.



**Rys. 7.** Porównanie wyników z dwóch systemów pomiarowych - źródło: [opracowanie własne]

## 5. Posumowanie

Zaprezentowany system pomiarowy na bazie platformy Arduino stanowi ciekawą alternatywę dla komercyjnych systemów pomiarowych. Z uwagi na popularność środowiska do obliczeń naukowych Matlab na uczelniach wyższych wśród studentów oraz biorąc pod uwagę prostotę implementacji sprzętowej, system taki może mieć zastosowanie w wielu aplikacjach niewymagających wysokiej częstotliwości próbkowania sygnału mierzonego. Wykorzystywane w systemie pomiarowym Arduino oprogramowanie Matlab, nie jest tanie dla przeciętnego użytkownika, jednak jest to środowisko dostępne dla studentów w niemal każdej uczelni. Aby wykluczyć koszt używanego oprogramowania, program Matlab może być z powodzeniem zastąpiony darmowym oprogramowaniem Scilab, które jest także rozbudowanym środowiskiem do obliczeń naukowych, wspierającym platformę Arduino. Wówczas koszt realizacji systemu pomiarowego, sprowadza się jedynie do zakupu wybranej wersji modułu Arduino i odrobiny pracy związanej z napisaniem programu do akwizycji danych.

## Bibliografia

1. Monk S.: *Arduino dla początkujących. Podstawy i szkice*, ISBN 978-83-246-8707-7, Wydawnictwo Helion 2014
2. Evans M., Noble J., Hochenbaum J.: *Arduino w akcji*, ISBN: 978-83-246-6356-9, Wydawnictwo Helion 2014
3. Mrozek B., Mrozek Z.: *MATLAB i Simulink poradnik użytkownika*, ISBN: 978-83-246-2564-2, Helion 2010
4. Botland [online], <http://botland.com.pl/>, data dostępu 21.10.2015
5. Matlab [online], <http://www.mathworks.com/>, data dostępu 28.10.2015
6. Arduino [online], <https://www.arduino.cc/>, data dostępu 28.10.2015
7. Texas Instrumenst, LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors, SNIS159E.
8. National Instruments [online], <http://www.ni.com/datasheet/pdf/en/ds-193>, data dostępu 04.11.2015

## **Abstract**

The article presents a data acquisition and measurement system based on Arduino. It includes a design and implementation based on prototype module Arduino Uno rev 3, which is supported by Matlab for scientific and engineering calculation.

Second part of the article is dedicated to comparison of mentioned system with a commercial solution based on National Instruments hardware and it presents advantages and disadvantages of both solutions.

## **Streszczenie**

Artykuł przedstawia budowę systemu pomiarowego do akwizycji danych, na bazie platformy Arduino i zawiera realizację przykładowego rozwiązania konstrukcyjnego i programowego opartego na module prototypowym Arduino Uno rev.3, współpracującego ze środowiskiem do obliczeń naukowych i inżynierskich Matlab.

W pracy porównano wyniki pomiarowe z przykładowego procesu grzewczego dla proponowanego systemu akwizycji danych na bazie Arduino i komercyjnego systemu pomiarowego na bazie karty i oprogramowania firmy National Instruments oraz przedstawiono ich wady i zalety.