

**Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych  
Politechnika Warszawska**

**Projektowanie układów sterowania  
(projekt grupowy)**

**Sprawozdanie z laboratorium 5**

**Kamil Gabryjelski, Paweł Rybak, Paweł Walczak**

**Warszawa, 2017**

# Spis treści

<b>1. Opis problemu</b>	2
1.1. Stanowisko grzejące	2
1.2. Obiekt Inteco	2
<b>2. Zadanie 1</b>	3
2.1. Sprawdzenie połączenia	3
2.2. Punkt pracy	3
<b>3. Zadanie 2</b>	5
<b>4. Zadanie 3</b>	6

# 1. Opis problemu

## 1.1. Stanowisko grzejące

Pierwszym z celów piątego laboratorium było zbadanie obiektu, a następnie implementacja, weryfikacja poprawności działania i dobór parametrów algorytmów regulacji obiektu na sterowniku firmy Mitsubishi, przy pomocy oprogramowania GX Works. Badania dotyczyły obiektu wielowymiarowego, o dwóch wejściach i dwóch wyjściach. Obiekt składał się z:

- sygnał wejściowy pierwszy – grzałka G1
- sygnał wejściowy drugi – grzałka G2
- sygnał wyjściowy pierwszy – czujnik temperatury T1
- sygnał wyjściowy drugi – czujnik temperatury T2
- zakłócenie pierwsze – wentylator W1
- zakłócenie drugie – wentylator W2.

Sygnały wejściowe G1 i G2 mogą przyjmować wartości w zakresie 0 - 100. Sygnały wyjściowe, zwracają pomiary temperatury w °C. Wentylatory W1 oraz W2 należy traktować jako cechę otoczenia. Mają one stałe wysterowanie na 50% swojej mocy. Ich użycie pozwala na bardziej dynamiczne schładzanie obiektu. Czas próbkowania obiektu wynosi 4s.

## 1.2. Obiekt Inteco

Drugim celem laboratorium było stworzenie regulatora dla obiektu firmy Inteco. W naszym przypadku obiekt składał się z trzech zbiorników umieszczonych, jeden nad drugim, wypełnianych wodą. Każda kolejna para zbiorników była połączona ze sobą zaworami, przez które woda mogła przepływać z jednego zbiornika do drugiego. Zawór z najniższego zbiornika był połączony ze zbiornikiem, będącym buforem nadmiarowej wody. Z owego bufora woda mogła być pompowana do najwyższego zbiornika. Z punktu widzenia zadania, które mieliśmy wykonać obiekt prezentował się następująco:

- pompa P1 – stałe wysterowane wejście wody do zbiornika pierwszego
- zawór V1 – ujście wody z pierwszego zbiornika i jednocześnie wejście wody do zbiornika drugiego (pierwszy sygnał sterujący)
- zawór V2 – ujście wody z drugiego zbiornika i jednocześnie wejście wody do zbiornika trzeciego (drugi sygnał sterujący)
- zawór V3 – ujście wody z trzeciego zbiornika (trzeci sygnał sterujący)
- pomiar M1 – stan wody w pierwszym zbiorniku (pierwszy sygnał wyjściowy)
- pomiar M2 – stan wody w drugim zbiorniku (drugi sygnał wyjściowy)
- pomiar M3 – stan wody w trzecim zbiorniku (trzeci sygnał wyjściowy)

Wszelkie sygnały wejściowe sterowane były za pomocą PWM. Czas próbkowania obiektu wynosił 100ms.

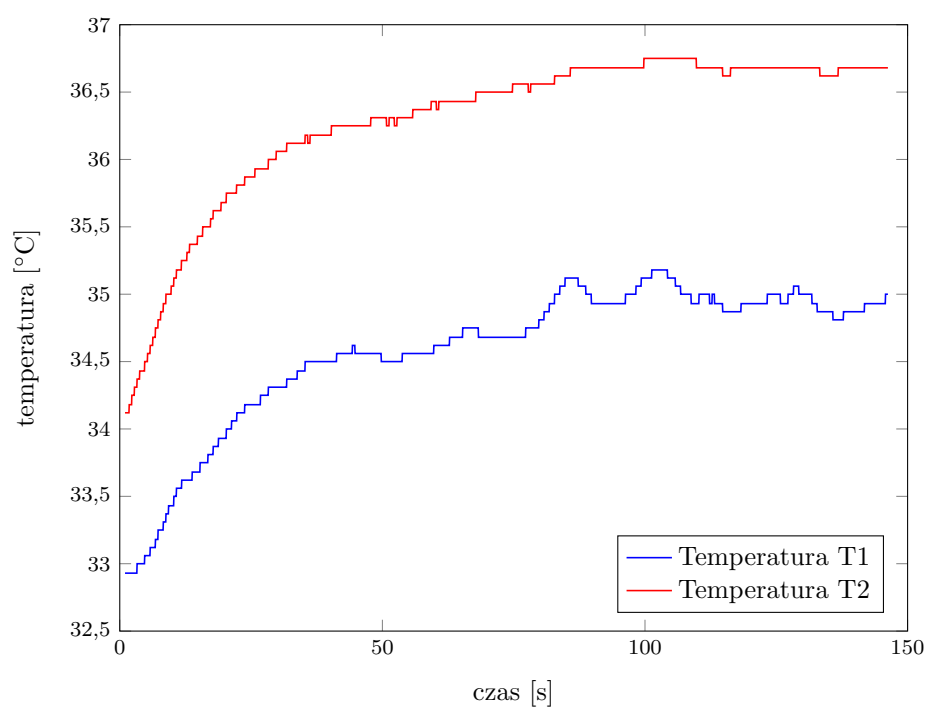
## 2. Zadanie 1

### 2.1. Sprawdzenie połączenia

Zadanie pierwsze polegało na sprawdzeniu możliwości komunikacji ze stanowiskiem. Sprawdziliśmy to, modyfikując wybrane wejścia obiektu, oraz obserwując zmiany na obiekcie. Przy modyfikacji wejścia wiatraków widać i słyszać było, iż wiatraki kręcą się wolniej lub szybciej, w zależności od wejścia. Przy sprawdzeniu działania grzałki polegaliśmy na diodach elektroluminescencyjnych, które świeciły mocniej lub słabiej w zależności od mocy grzania odpowiedniej grzałki. Nasza pewność w tej sprawie jest oparta na zaufaniu do konstruktora obiektu. Możliwość pomiaru wyjść obiektu została sprawdzona w oparciu o trendy pomiaru, w zależności od występowania wcześniej wspomnianych wejść. Otóż, przy zwiększeniu mocy grzałki lub zmniejszeniu mocy wiatraka temperatura na czujniku bliższym danej grzałce i wiatrakowi rośnie szybko, a na dalszym rośnie wolniej. Przy zwiększaniu mocy wiatraka lub zmniejszaniu mocy grzałki pomiar temperatur spadał. Podobnie jak wcześniej działało się to z szybkością odwrotnie proporcjonalną do odległości czujnika od wiatraka i grzałki których sterowanie jest zmieniane.

### 2.2. Punkt pracy

Punkt pracy naszego stanowiska wynosił  $G1 = 27$ ,  $G2 = 32$ ,  $W1 = 50$ ,  $W2 = 50$ . Przy tak ustawionych wejściach pozwoliliśmy obiektowi się ustabilizować. Z powodów różnych zakłóceń pomiary temperatury nieustannie się wahały. Oszacowaliśmy arbitralnie iż, pomiary ustabilizowały się na wartościach  $T1 = 35$ ,  $T2 = 36.68$ . Pomiary wyjść przy takich ustawieniach sygnałów wejściowych przedstawia wykres 2.1.

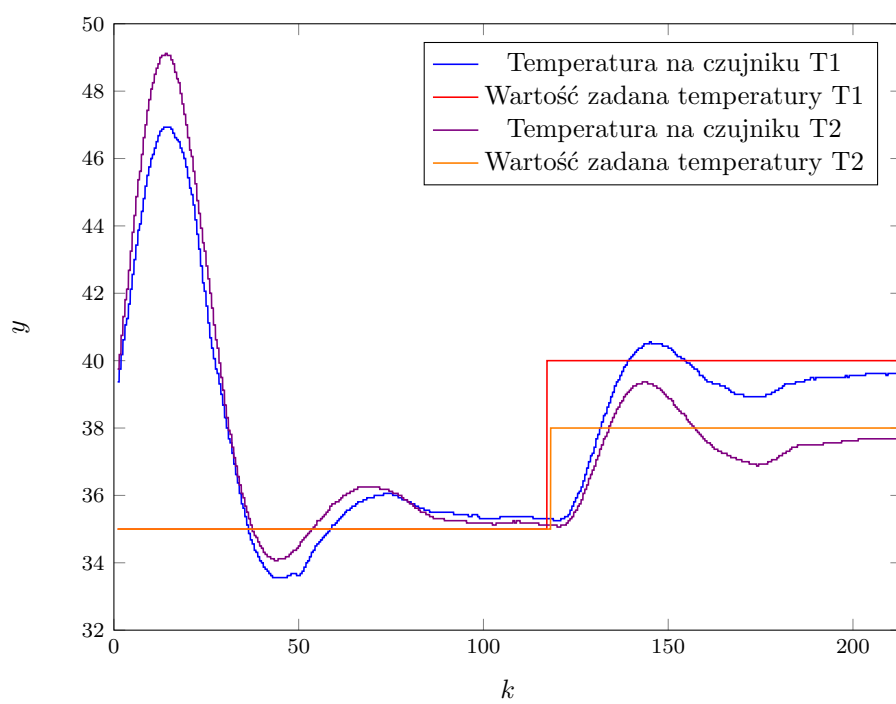


Rys. 2.1. Punkt pracy obiektu.

### 3. Zadanie 2

W tym zadaniu należało stworzyć mechanizm zabezpieczający stanowisko przed przegrzaniem. Miał on polegać na tym, iż miał on wyłączyć grzałkę przy czujniku, jeżeli pomiar na tym ostatnim przekroczył  $150^{\circ}\text{C}$ . Osiągnęliśmy ten rezultat, poprzez sprawdzenie temperatury na każdym z czujników z osobna oraz, jeżeli któryś z nich spełniał wcześniej wymieniony warunek, wyzerowanie odpowiedniej wartości tymczasowej, w której zapisywaliśmy wyliczone sterowanie. Było to ostatnią czynnością w programie przed skopiowaniem wartości sterowania do rejestru z którego miała być ona wysyłana do obiektu.

## 4. Zadanie 3



Rys. 4.1. Regulacja regulatorem PID.