

**Politechnika Warszawska**  
**Wydział Elektroniki i Technik**  
**Informacyjnych**

**Systemy DCS i SCADA**

**Projekt układu regulacji obiektu**  
**grzejąco-chłodzącego**

**Zdający:**

**Krystian Guliński**  
**Jakub Sikora**  
**Konrad Winnicki**

**Prowadzący:**

**dr inż. Sebastian**  
**Plamowski**

**Warszawa, 7 grudnia 2018**

# Spis treści

<b>1. Obiekt regulacji</b>	2
1.1. Opis obiektu termicznego	2
1.2. Proces modelowania obiektu	2
1.3. Proces modelowania zakłóceń	3
1.4. Zebranie odpowiedzi skokowej	4
<b>2. Układ regulacji</b>	5
2.1. Opis struktury regulacji	5
2.1.1. Algorytm PID	5
2.1.2. Człon odsprzęgający	5
<b>3. Implementacja w systemie OVATION</b>	6
3.1. Control sheet	6
3.2. Użyte algorymy	6
<b>4. Testy układu regulacji</b>	7
4.1. Testy wewnętrzne	7
4.2. Konkurs grupowy	7

# 1. Obiekt regulacji

## 1.1. Opis obiektu termicznego

Obiektem regulacji jest laboratoryjne stanowisko chłodząco-grzejące. Jest to obiekt cieplny, w którym jako elementy grzewcze wykorzystano rezystory mocy, w specjalnych obudowach dobrze odprowadzających wytworzone ciepło. Do chłodzenia wykorzystano wysokoobrotowe wentylatory. Zastosowano czujniki temperatury z magistralą danych OneWire – oznaczenia. Dodatkowo wykorzystano płytę pomiarową służącą do odczytu wartości prądu oraz napięcia. Urządzenie może pracować w trzech trybach komunikacji: poprzez dedykowany protokół komunikacyjny przy użyciu standardu USB, protokół MODBUS RTU oraz standard napięciowy RS485 lub poprzez standard sygnałów analogowych 0-10V podłączając regulator przy użyciu złączy śrubowych. Użytkownik ponadto ma możliwość zmiany charakteru obiektu, w tym celu zamontowana została fizyczna przegroda. Wykorzystana jest ona do oddzielenia dwóch strumieni powietrza wentylatora lewego i prawego, dzięki czemu można zredukować zakłócenia wynikające z mieszania się strumieni. W ćwiczeniu, obiekt laboratoryjny został znacząco uproszczony do przypadku jednowymiarowego. Wartością regulowaną była wartość temperatury odczytana na czujniku temperatury T1. Sterowanie temperaturą odbywało się za pomocą grzałki G1. W ramach utrudnienia, na obiekt działało zakłócenie w postaci wentylatora W1.

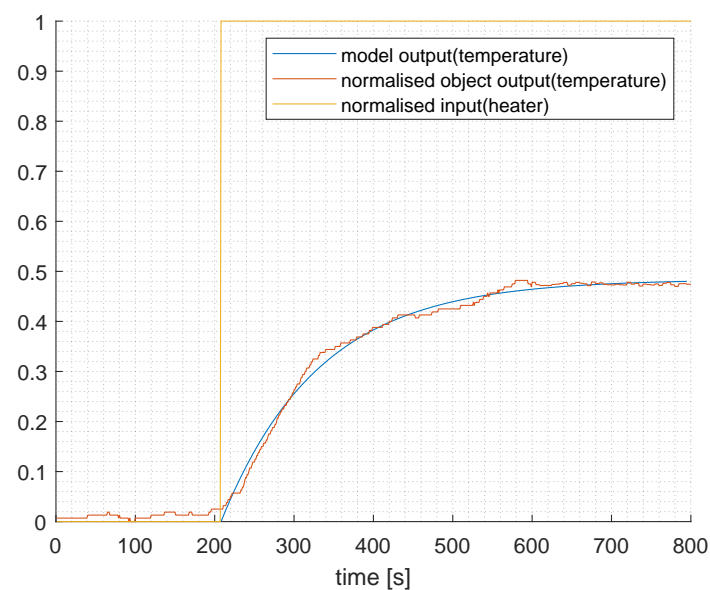
## 1.2. Proces modelowania obiektu

Przy pomocy zebranej odpowiedzi skokowej obiektu, za pomocą Matlaba dokonaliśmy identyfikacji modelu jednoinercyjnego. Pomimo że obiekt fizycznie jest co najmniej dwuinercyjny, zdecydowaliśmy się na przybliżenie go pojedynczą inercją w celu uproszczenia struktury regulacji.

Do przeprowadzania identyfikacji wykorzystaliśmy funkcję `tfest`, która na podstawie przebiegów czasowych wyznacza parametry zadanej transmitancji.

Otrzymany model obiektu:

$$model\_obiektu(s) = \frac{0.00395}{s + 0.008166}$$



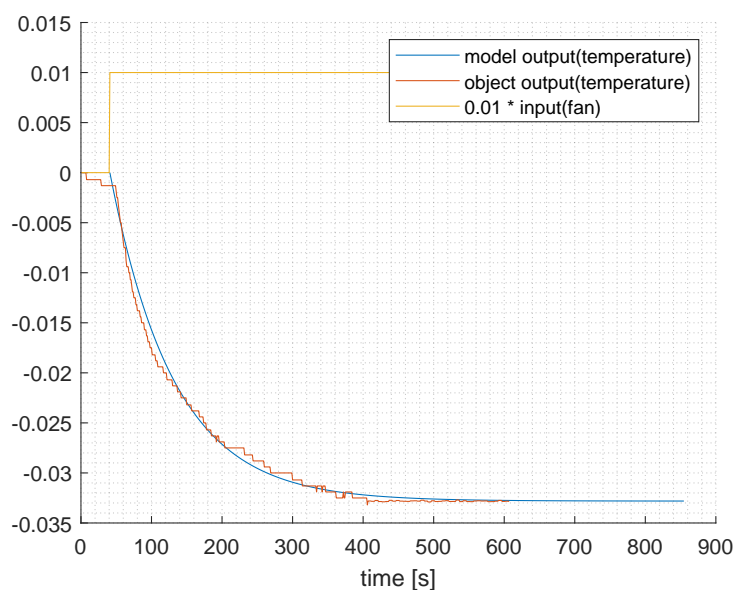
Rysunek 1.1. Porównanie wyjścia modelu z obiektem

### 1.3. Proces modelowania zakłóceń

Przy pomocy zebranej odpowiedzi skokowej obiektu w trakcie reakcji na zmianę zakłóceń byliśmy w stanie w analogiczny sposób wyznaczyć również model zakłóceń, który potem będzie przydatny przy odsprzęganiu zakłóceń.

Otrzymany model zakłóceń:

$$model\_zaklocen(s) = \frac{-0.0003625}{s + 0.01105}$$



Rysunek 1.2. Porównanie wyjścia modelu z obiektem w sytuacji badania zakłóceń

#### 1.4. Zebranie odpowiedzi skokowej

## 2. Układ regulacji

### 2.1. Opis struktury regulacji

#### 2.1.1. Algorytm PID

Parametry regulatora PID zostały dobrane na podstawie modelu wyznaczonego w poprzedniej części projektu. W tym celu został użyty PID Tuner dostępny w środowisku MATLAB.

Równanie regulatora PIDF dostępnego w środowisku MATLAB:

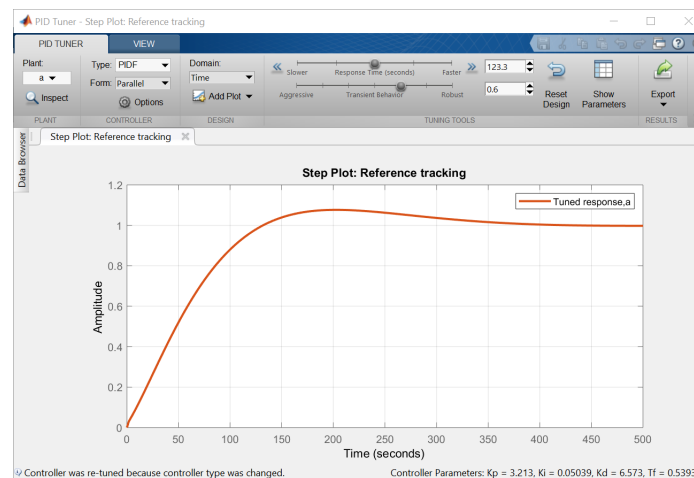
$$PIDF(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + \frac{K_d s}{T_f s + 1}$$

Równanie regulatora PID dostępnego w systemie Ovation:

$$PID\_OVATION(s) = K_p + \frac{1}{T_i s} + \frac{K_d s}{T_f s + 1}$$

Jak widać różnica jest znikoma, aby dostosować parametry otrzymane z PID Tuner należy obliczyć wartość parametru  $T_i$  według wzoru

$$T_i = \frac{1}{K_i}$$



Rysunek 2.1. Widok procesu strojenia regulatora PID w PID Tunerze

Otrzymane parametry:

#### 2.1.2. Człon odsprzęgający

todo: trzeba wrzucić screena z ovation i opisać jak ten element ovationowy wpisane parametry zostały na podstawie tego modelu zakłóceń

Regulator	Kp	Ki/Ti	Td	Tf
PIDF_MATLAB	3.2078	Ki = 0.0502	6.3794	0.54035
PID_OVATION	3.2079	Ti = 19.8977	6.3794	0.54035

### **3. Implentacja w systemie OVATION**

todo: Krystian: ja bym to wyrzucił ogólnie

#### **3.1. Control sheet**

#### **3.2. Użyte algorymty**

## 4. Testy układu regulacji

### 4.1. Testy wewnętrzne

### 4.2. Konkurs grupowy