

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Projektowanie układów sterowania
(projekt grupowy)

Sprawozdanie z projektu i ćwiczenia laboratoryjnego
nr 3, zadanie nr 10

Bartłomiej Boczek, Aleksander Piotrowski, Łukasz Śmigielski

Warszawa, 31 marca 2017

Spis treści

1. Punkt 1	2
2. Punkt 2	3
3. Punkt 3	5
4. Punkt 4	8
5. Punkt 5	9

1. Punkt 1

Sterowanie:

$G1 = 31\%$, $G2 = 36\%$.

Wartości wyjściowe stabilizują się następująco:

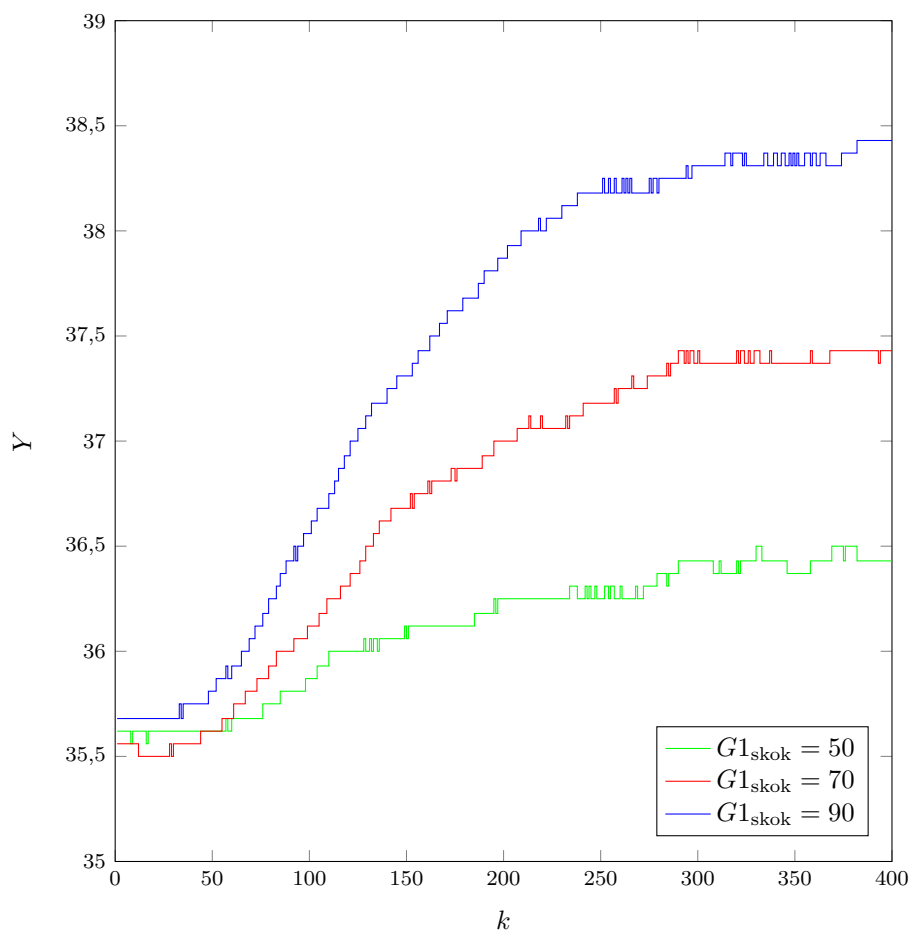
$T1_{pp} = 33,75^{\circ}C$, $T2_{pp} = 36,62^{\circ}C$

2. Punkt 2

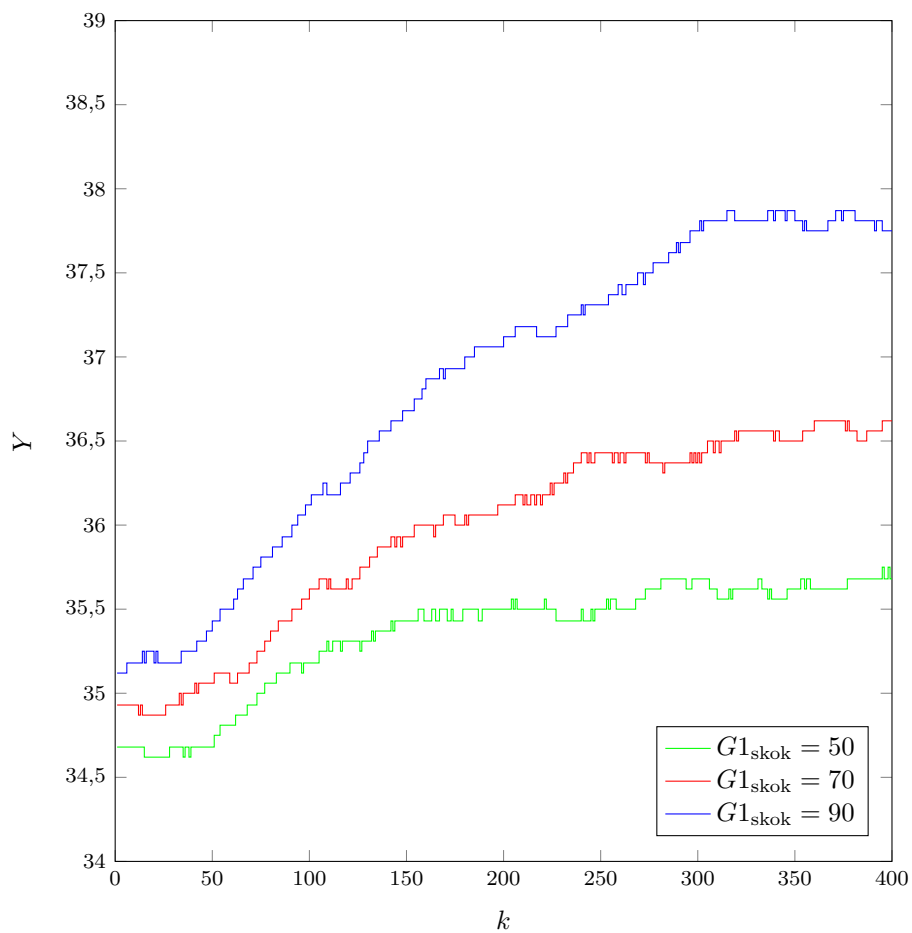
$G2 = 50, Y1 = 35,7$
 $G2 = 70, Y1 = 36,6$
 $G2 = 90, Y1 = 37,7$

$G1 = 50, Y1 = 36,5$
 $G1 = 70, Y1 = 37,5$
 $G1 = 90, Y1 = 38,5$

Właściwości statyczne są w przybliżeniu liniowe. $K_{statG2T1} = 0,05$; $K_{statG1T3} = 0,05$;



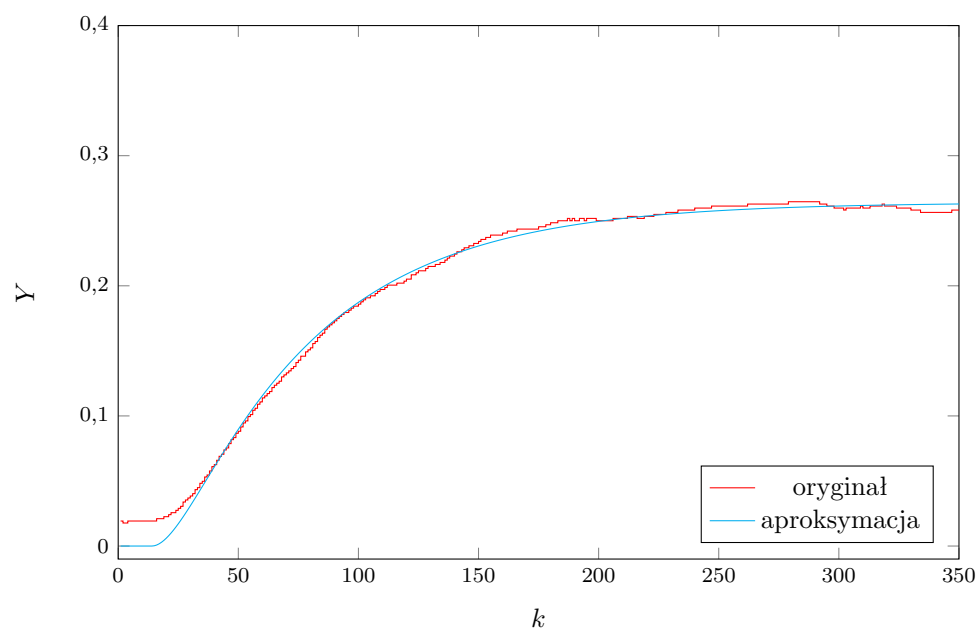
Rys. 2.1. Skrośne odpowiedzi skokowe procesu dla trzech różnych zmian sygnału sterującego $G1$ rozpoczynając z punktu pracy – pomiar na $T3$



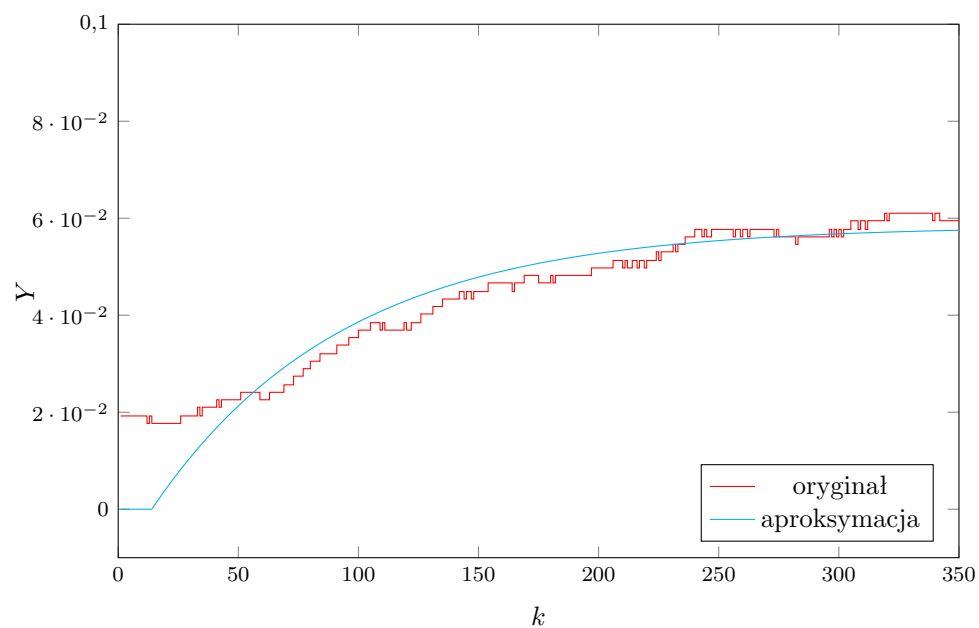
Rys. 2.2. Skróśne odpowiedzi skokowe procesu dla trzech różnych zmian sygnału sterującego $G2$ rozpoczynając z punktu pracy – pomiar na $T1$

3. Punkt 3

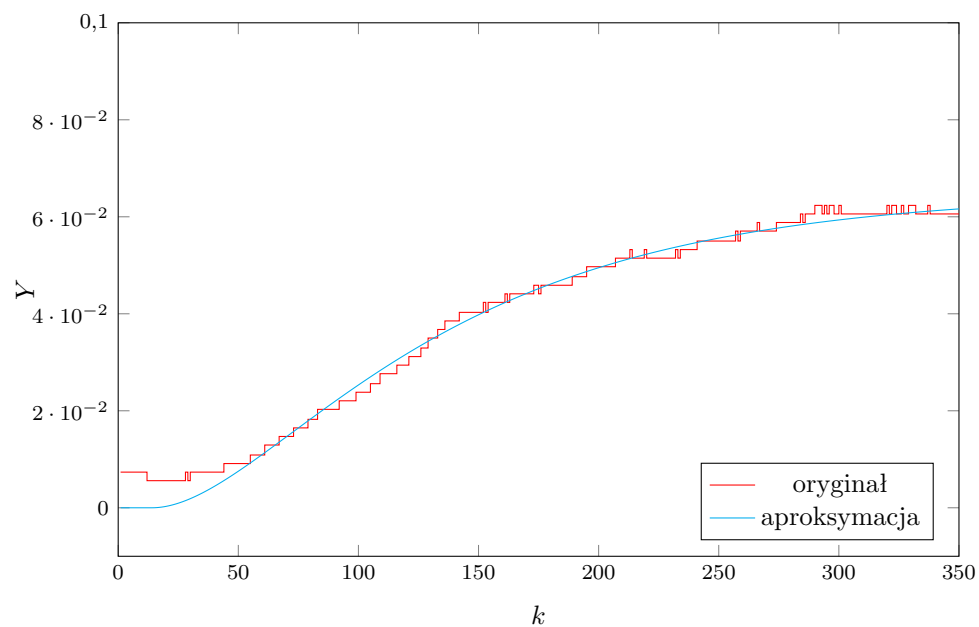
Korzystając z aproksymacji algorytmem **ga** otrzymaliśmy aproksymacje odpowiedzi skokowych jak poniżej. Parametry zostały dobrane na podstawie minimalizacji błędu średniokwadratowego.



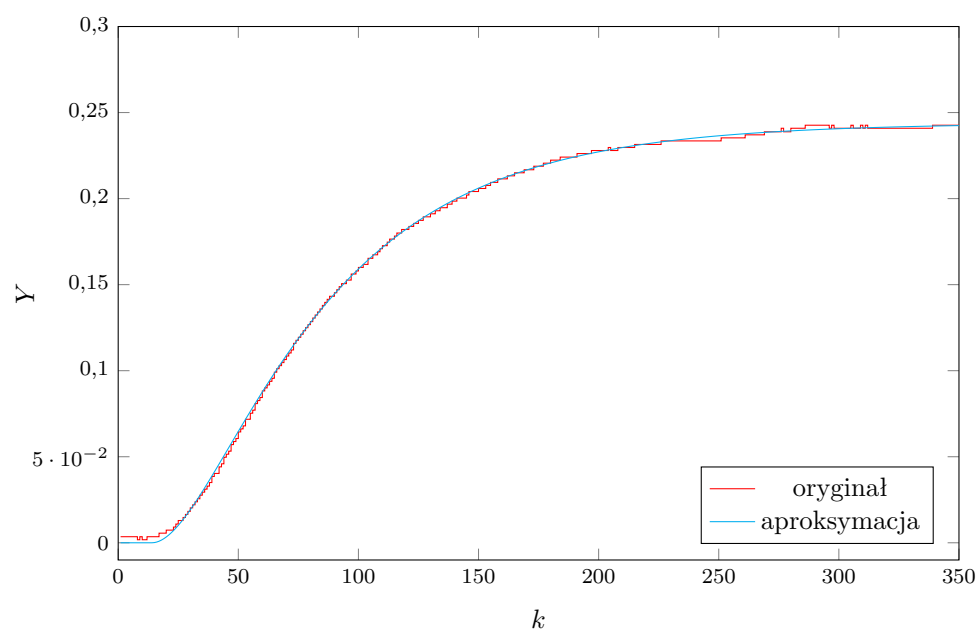
Rys. 3.1. Porównanie odpowiedzi skokowej (T1 - G1) i aproksymowanej



Rys. 3.2. Porównanie odpowiedzi skokowej (T1 - G2) i aproksymowanej



Rys. 3.3. Porównanie odpowiedzi skokowej (T3 - G1) i aproksymowanej



Rys. 3.4. Porównanie odpowiedzi skokowej (T3 - G2) i aproksymowanej

4. Punkt 5

Do wyznaczania nastaw regulatora PID wykorzystaliśmy model obiektu. Model ten stworzyliśmy wykorzystując wyliczone w punkcie 3 aproksymacje odpowiedzi skokowych członami inercyjnymi drugiego rzędu z opóźnieniem. Model ten został wyznaczony na podstawie wzoru:

$$\begin{aligned}
 y_1(k) = & a_1^1 y_1(k-1) + a_1^2 y_1(k-2) + \\
 & + b_1^{1,1} u_1(k - T_1^{D1} - 1) + b_1^{1,2} u_1(k - T_1^{D1} - 2) + \\
 & + b_1^{2,1} u_2(k - T_1^{D2} - 1) + b_1^{2,2} u_2(k - T_1^{D2} - 2) \\
 y_2(k) = & a_2^1 y_1(k-1) + a_2^2 y_1(k-2) + \\
 & + b_2^{1,1} u_1(k - T_2^{D1} - 1) + b_2^{1,2} u_1(k - T_2^{D1} - 2) + \\
 & + b_2^{2,1} u_2(k - T_2^{D2} - 1) + b_2^{2,2} u_2(k - T_2^{D2} - 2)
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

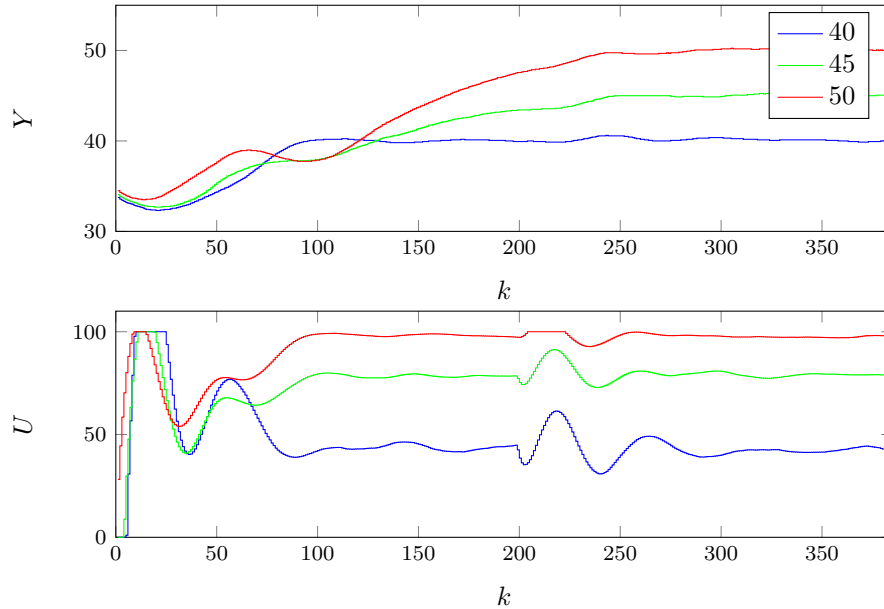
Następnie za pomocą optymalizatora **ga**, dla kilku skoków wartości zadanej, zostały wyznaczone nastawy regulatora PID dla modelu.

Uzyskane nastawy to:

$K1 = 98,507\,776; T_{i1} = 49,555\,644; T_{d1} = 2,916\,919; T_s = 0,5$

$K2 = 23,557\,519; T_{i2} = 65,026\,976; T_{d2} = 8,987\,056; T_s = 0,5$

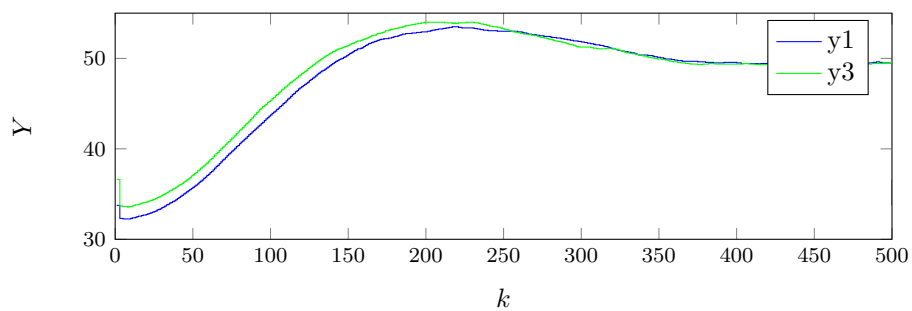
Poniżej zostały przedstawione przebiegi uzyskane podczas symulacji:



Rys. 4.1. //TODO

Następnie wyznaczone parametry użyliśmy podczas eksperymentów na rzeczywistym obiekcie, co dało dobre rezultaty w jakości sterowania:

Przykładowy przebieg sygnału wyjściowego przy regulacji PID z uwzględnieniem ograniczeń sterowania, $Y_{\text{zad}} = 50$;



Rys. 4.2. //TODO