

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych  
Politechnika Warszawska

Projektowanie układów sterowania  
(projekt grupowy)

Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego nr 1

Bartłomiej Boczek, Aleksander Piotrowski, Łukasz Śmigielski

Warszawa, 10 marca 2017

## Spis treści

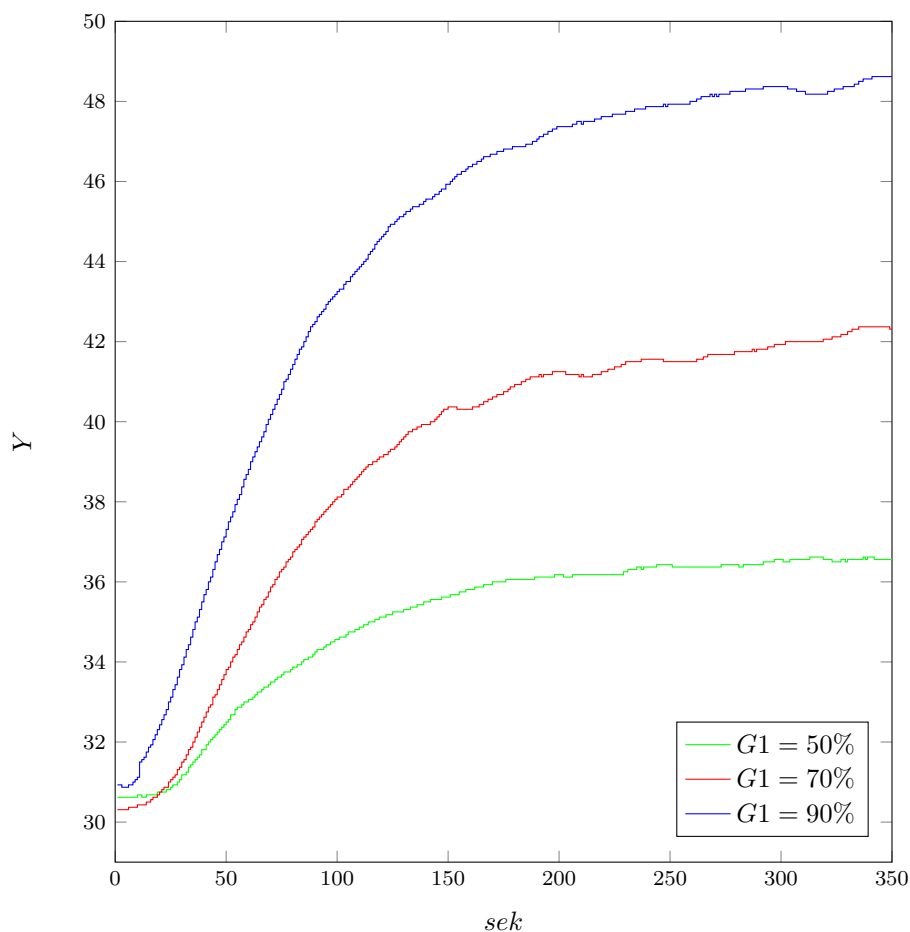
1. Punkt 1	2
2. Punkt 2	3
3. Punkt 3	5
4. Punkt 4	6
5. Punkt 5	7

## 1. Punkt 1

Na samym początku ćwiczenia laboratoryjnego sprawdziliśmy, że jest możliwość sterowania obiektem oraz pomiaru sygnału wyjściowego. Dla mocy grzałki  $G1 = 28\%$  wartość temperatury w punkcie pracy ustaliła się na poziomie  $30,87^{\circ}\text{C}$ . Wartość mocy wentylatora  $W1$  przez cały przebieg laboratorium wynosiła  $50\%$ .

## 2. Punkt 2

Z punktu pracy  $G1 = 28\%$  wybraliśmy trzy skoki sygnału sterującego: do 50%, 70% oraz 90%.



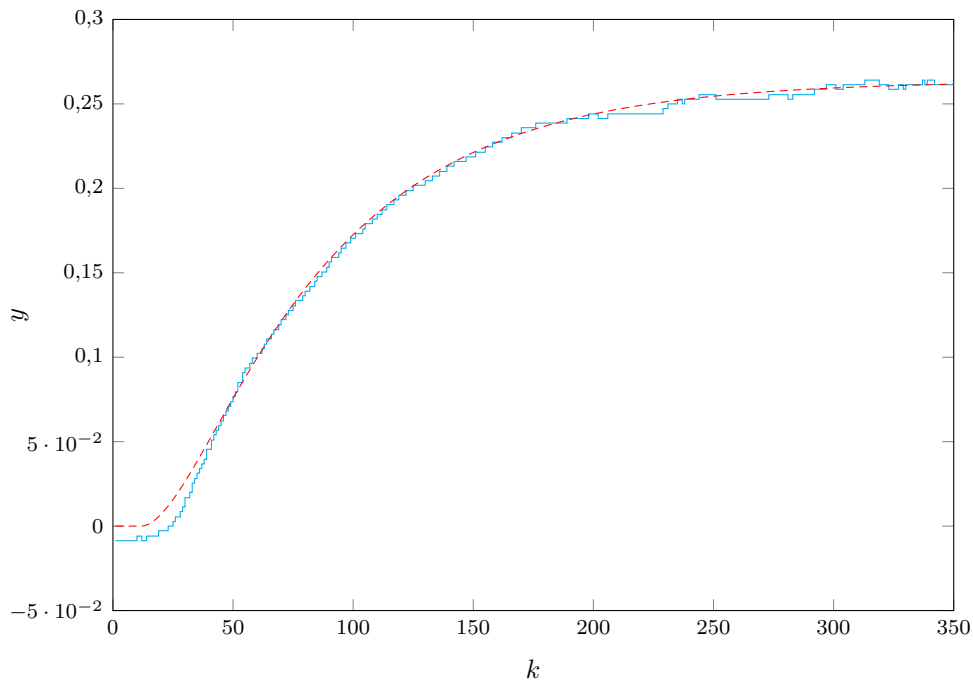
Rys. 2.1. Odpowiedzi skokowe dla trzech różnych zmian sygnału sterującego

Właściwości statyczne obiektu można określić jako (w przybliżeniu) liniowe, biorąc pod uwagę duże błędy pomiaru związane ze zmianą temperatury (termometr zdążył się nagrzać). Jeżeli zaproksymujemy charakterystykę statyczną, to z niewielkim błędem będziemy mieli liniowe właściwości statyczne.

$$\begin{aligned}K_{\text{stat}U_{\text{pp}} \rightarrow 50} &= 0,2586 \\K_{\text{stat}50 \rightarrow 70} &= 0,2875 \\K_{\text{stat}70 \rightarrow 90} &= 0,3155\end{aligned}$$

### 3. Punkt 3

W tym zadaniu szukaliśmy optymalnej aproksymacji otrzymanej przez nas odpowiedzi skokowej dla skoku z wartości  $U_{pp} = 28$  do  $U = 50$ . Podczas wyznaczania funkcji aproksymującej optymalizowaliśmy parametry  $T1$ ,  $T2$  oraz  $K$  członu inercyjnego drugiego rzędu z opóźnieniem. Optymalizacja polegała na minimalizacji błędu średniokwadratowego między rzeczywistą odpowiedzią skokową, a funkcją aproksymującą. Przy użyciu optymalizatora *ga* udało nam się uzyskać funkcję, dla której błąd wyniósł  $E = 1,8765$ , przy wartościach parametrów:  $T1 = 17,099\,506$ ;  $T2 = 64,970\,974$ ;  $K = 0,263\,644$ . Wartość  $T_d$  (opóźnienia) eksperymentalnie ustawiliśmy na 10, gdyż dla niej wyszedł najmniejszy błąd aproksymacji. Poniżej przedstawione zostały wykresy odpowiedzi skokowej oraz funkcji aproksymującej.



Rys. 3.1. Odpowiedź skokowa oryginalna i wersja aproksymowana

## 4. Punkt 4

Implementacje algorytmów zostały przedstawione odpowiednio w plikach PID.m i DMC.m. Jako model obiektu w algorytmach została wykorzystana wyznaczona w zadaniu 3 aproksymacja odpowiedzi skokowej przeskalowana odpowiednio do punktu pracy.

## 5. Punkt 5

Dla dwóch skoków amplitudy sygnału wartości zadanej dostrojone zostały algorytmy DMC oraz PID. Podczas dostrajania wykorzystany został optymalizator *ga*, a następnie zostały nałożone drobne ręczne poprawki. Dla obydwu algorytmów jako współczynnik jakości został wykorzystany błąd średniokwadratowy.

Nastawy DMC:

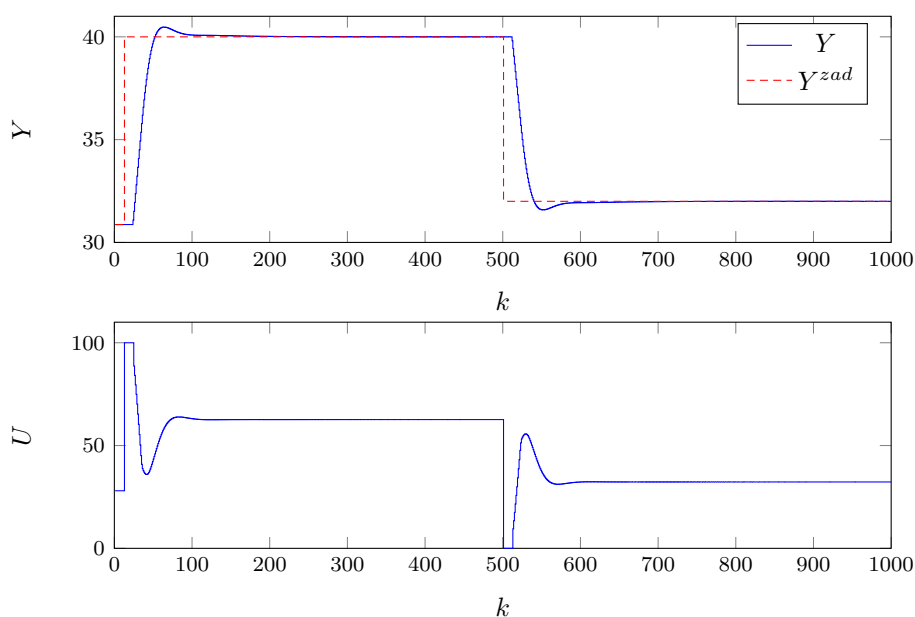
$D = 300$ ;  $N = 130$ ;  $N_u = 6$ ;  $\lambda = 0,01$ ;

Błąd:  $E = 3269,5$ .

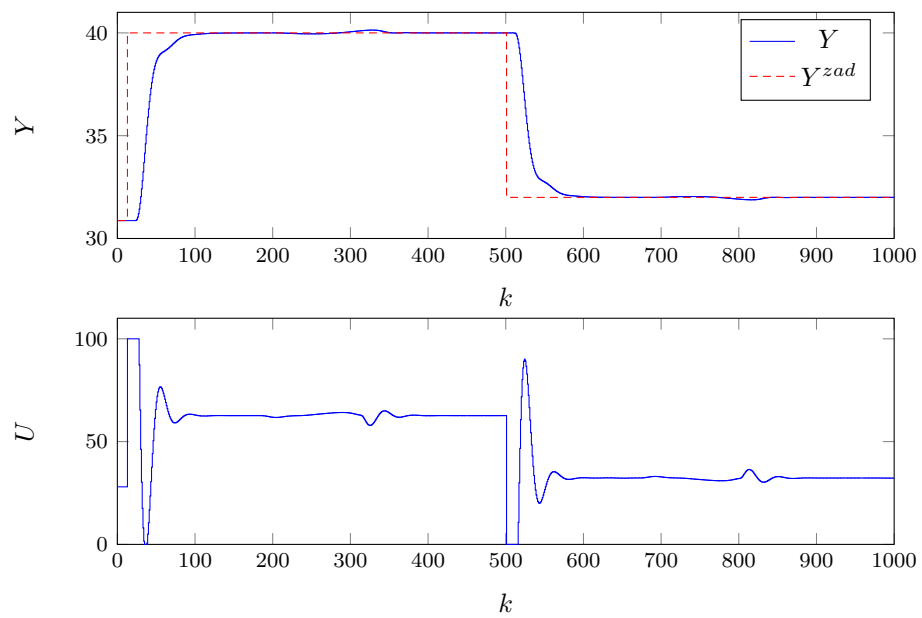
Nastawy PID:

$K = 14,307\,542$ ;  $T_i = 38,320\,299$ ;  $T_d = 6,677\,860$ ;  $T_s = 0,5$ . Błąd:  $E = 2699,8$ .

Nastawy te powinny być dostrojone na rzeczywistym obiekcie, co wynika z pewnych niedokładności modelu.



Rys. 5.1. Odpowiedź dla dwóch skoków sygnału zadanego - regulacja PID



Rys. 5.2. Odpowiedź dla dwóch skoków sygnału zadanego - regulacja DMC