

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych  
Politechnika Warszawska

Projektowanie układów sterowania  
(projekt grupowy)

Sprawozdanie z projektu i ćwiczenia laboratoryjnego  
nr 1, zadanie nr 2

Kamil Gabryjelski, Paweł Rybak, Paweł Walczak

Warszawa, 2017

# Spis treści

1. Wstęp . . . . .	2
2. Test stanowiska . . . . .	3
3. Odpowiedź na skok zakłócenia . . . . .	4
4. Odpowiedź skokowa do DMC . . . . .	5
5. DMC . . . . .	7

# 1. Wstęp

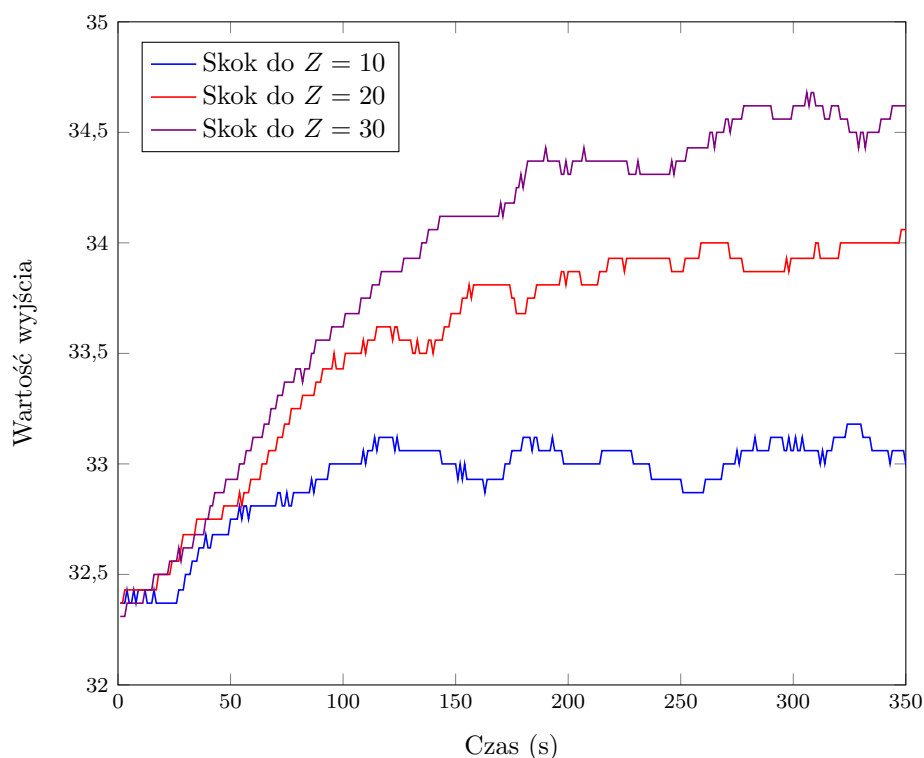
Celem laboratorium była implementacja, weryfikacja poprawności działania i dobór parametrów algorytmów regulacji jednowymiarowego procesu laboratoryjnego z pomiarem zakłócenia. Obiekt na którym pracowaliśmy, składał się z grzałki G1, wentylatora W1 oraz czujnika temperatury T1. Sygnałem sterującym jest moc grzania ( w zakresie 0 - 100) grzałki G1, sygnałem wyjściowym jest pomiar wskazywany przez czujnik temperatury T1. Moc wentylatora W1 musi wynosić 50% ( w celu większej responsywności stanowiska ). Dodatkowo, jako sygnał zakłócający Z zostanie wykorzystana także grzałka G1.

## 2. Test stanowiska

Celem pierwszego zadania było sprawdzenie możliwości sterowania i pomiaru w komunikacji ze stanowiskiem oraz określenie wartości pomiaru temperatury w punkcie pracy (gdzie zakłócenie  $Z = 0$ ). Test możliwości sterowania i sprawdzenia pomiarów dał wyniki pozytywne. Po wystęrowaniu grzałki na wartość  $U_{pp} = 27$  (wartość zgodna z poprzednim laboratorium) i odczekując kilkaset sekund otrzymaliśmy wartość na poziomie  $Y_{pp} = 32.20$ . Należy w tym miejscu podkreślić, że nie jest to wartość dokładna, ponieważ ze względu na różne zakłócenia (cyrkulacja powietrza, ruch osób w sali itp.) wartość temperatury na wyjściu obiektu wahała się (w zakresie od 31,5 do 33,0).

### 3. Odpowiedź na skok zakłócenia

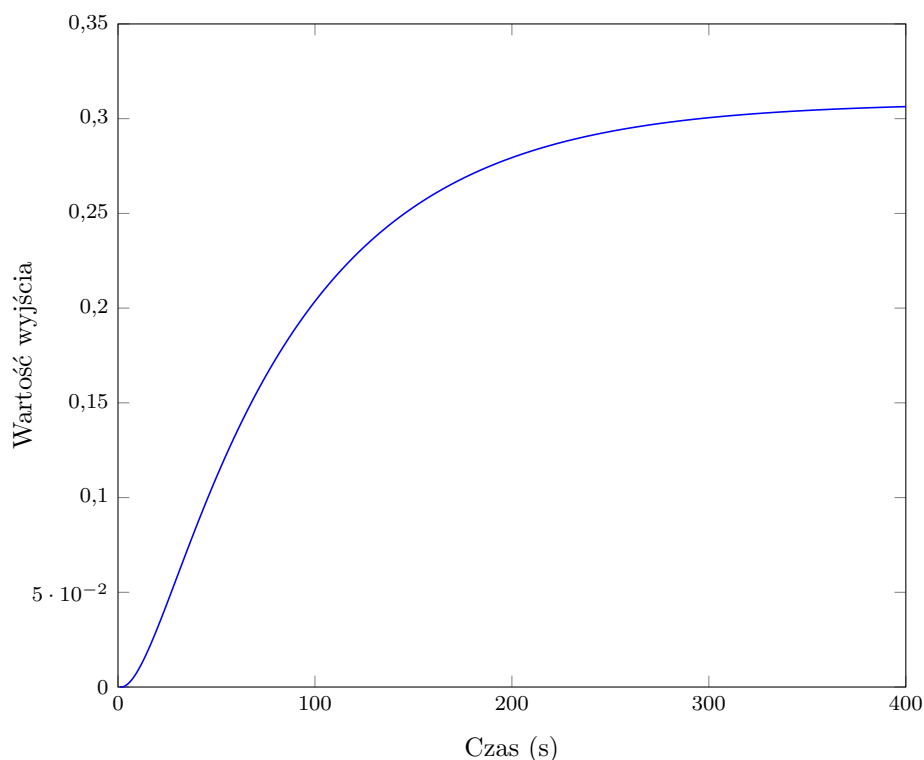
Celem zadania drugiego było wyznaczenie odpowiedzi skokowych torów zakłócenie-wyjście procesu dla trzech różnych zmian sygnału zakłócającego  $Z$  rozpoczynając z punktu pracy ( w naszym przypadku  $Y_{pp} = 32.20$  ,  $U_{pp} = 27$  ,  $Z = 0$  ). Skoki zgodnie z poleceniem wykonaliśmy dla odpowiedniego przedziału wartości wybierając skoki o wartościach odpowiednio 10%, 20% oraz 30%. Dla pierwszego skoku zakłócenia ( o 10% ) temperatura podniosła się o około 0,75 stopnia, dla drugiego skoku ( o 20% ) o około 1,44 stopnia, zaś dla skoku trzeciego ( o 30%) o około 2 stopnie. Zauważamy, że dla porównując otrzymane wartości, skoki zakłóceń dają w wyniku proporcjonalne ( w przybliżeniu) do nich wzrosty temperatur. Oceniając otrzymane wyniki można z grubsza ocenić (z powodu zakłóceń nie da się dokładnie tego potwierdzić), że obiekt ma właściwości statyczne, a owe wzmocnienie wynosi  $0,75/10 = 0,075$ .



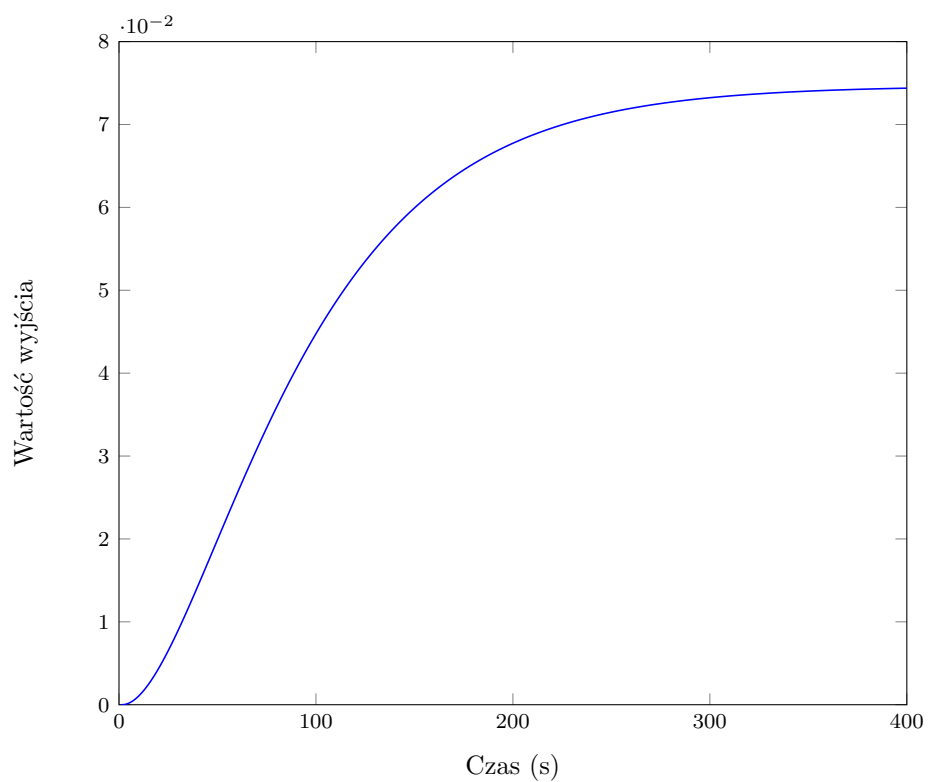
Rys. 3.1. Odpowiedź na skoki zakłócenia.

## 4. Odpowiedź skokowa do DMC

Celem zadania trzeciego było przygotowanie odpowiedzi skokowych wykorzystywanych w algorytmie DMC. W naszym przypadku konieczne było zebranie odpowiedzi na skok sygnału sterującego oraz zakłócającego. Skok wykonujemy z obranego wcześniej punktu pracy ( $Y_{pp} = 32, 20$ ,  $U_{pp} = 27$ ,  $Z = 0$ ). Z powodu nieuniknionych zakłóceń w pomieszczeniu, szczególnie trudne było ustabilizowanie obiektu w punkcie pracy, po wykonaniu wcześniejszych eksperymentów. Z tego powodu otrzymane przez nas odpowiedzi były prawdopodobnie niedokładne. W naszych głowach zrodziła się z początku myśl, aby skorzystać z odpowiedzi skokowej ( na skok sterowania ) z poprzedniego laboratorium (pracowaliśmy również na tym stanowisku ), jednakże jak się później okazało ( problemy z algorytmem DMC ) zdecydowaliśmy się na ponowne pozyskanie owej odpowiedzi skokowej. Wykonując skok sterowania, wartość zakłócenia ustawiliśmy na 0 i odpowiednio wykonując skok zakłócenia, wartość sterowania pozostawiliśmy na taką jak w punkcie pracy ( $U_{pp} = 27$ ). Z powodu zakłóceń i problemów ze stabilizacją obiektu uzyskane przez nas odpowiedzi skokowe nie były dla nas satysfakcjonujące, lecz z powodu braku czasu nie zdecydowaliśmy się na powtarzanie eksperymentu. Normalizacji dokonaliśmy poprzez przesunięcie wszystkich wartości wyjścia obiektu o wartość wyjścia w punkcie pracy oraz podzielenie przez wartość odpowiednio skoku sterowania lub zakłócenia. Aproksymacja ma postać członu inercyjnego drugiego rzędu z opóźnieniem. Aproksymacji dokonaliśmy przy użyciu opracowanego przez nas wcześniej skryptu. Użyliśmy do tego między innymi wbudowanej funkcji GA ( Genetic Algorithm ) w celu pozyskania aproksymacji minimalizującej funkcję błędu kwadratowego.



Rys. 4.1. Przybliżona odpowiedź obiektu na skok sterowania.



Rys. 4.2. Przybliżona odpowiedź obiektu na skok zakłócenia.

## 5. DMC

Celem zadania 4 była implementacja algorytmu DMC oraz doboru nastaw  $D$ ,  $\Lambda$ ,  $N$  oraz  $N_u$ . Po testach wybraliśmy nastawy  $N = N_u = D = 200$ . Jako lambdę wybraliśmy wartość 1. Taka wartość sprawdziła się idealnie na poprzednim laboratorium. Jakość regulacji nie była na wysokim poziomie. W porównaniu do ostatniego laboratorium znacznie się pogorszyła, co uzasadniamy głównie zakłóceniami, które prawdopodobnie pogorszyły poprawność naszej odpowiedzi skokowej. Główną wadą były oscylacje w pobliżu wartości zadanej. Prawdopodobnie wybranie większej wartości lambdy spowodowałoby mniejsze oscylacje w pobliżu wartości zadanej, jednakże równocześnie pogarszając szybkość regulacji.