

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych  
Politechnika Warszawska

Projektowanie układów w sterowania  
(projekt grupowy)

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

Hubert Kozubek, Przemysław Michalczewski

Warszawa, 2021

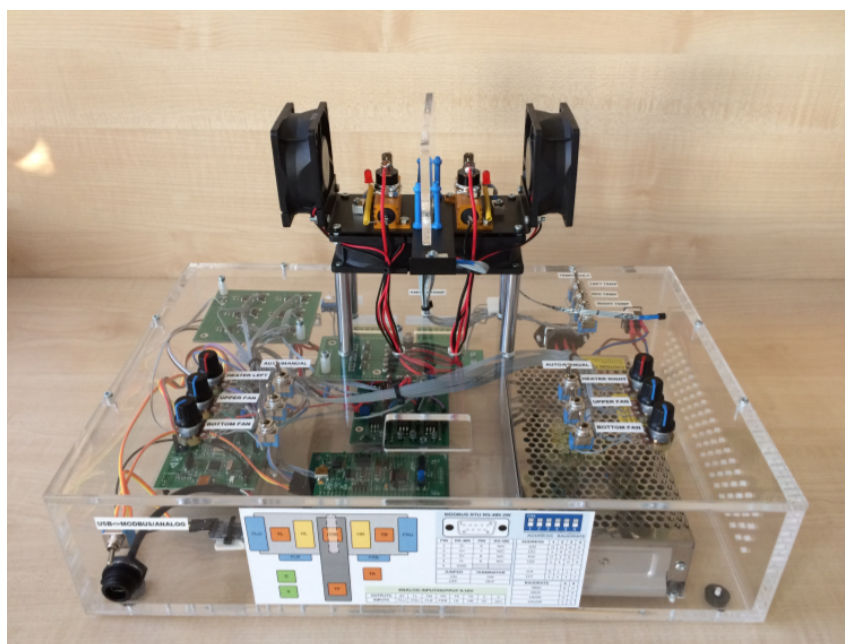
# Spis treści

<b>1. Laboratorium</b>	2
1. Cel laboratorium	2
2. Przebieg laboratorium	2
3. Punkt pracy stanowiska	3
4. Odpowiedzi skokowe toru zakłócenie-wyjście	4
5. Odpowiedzi skokowe dla algorytmu DMC	6

# 1. Laboratorium

## 1. Cel laboratorium

Celem niniejszego laboratorium była implementacja, weryfikacja poprawności działania i dobór parametrów algorytmów regulacji jednowymiarowego procesu laboratoryjnego z pomiarem zakłócenia dla stanowiska grzejąco-chłodzącego przedstawionego na rys. 1.1.



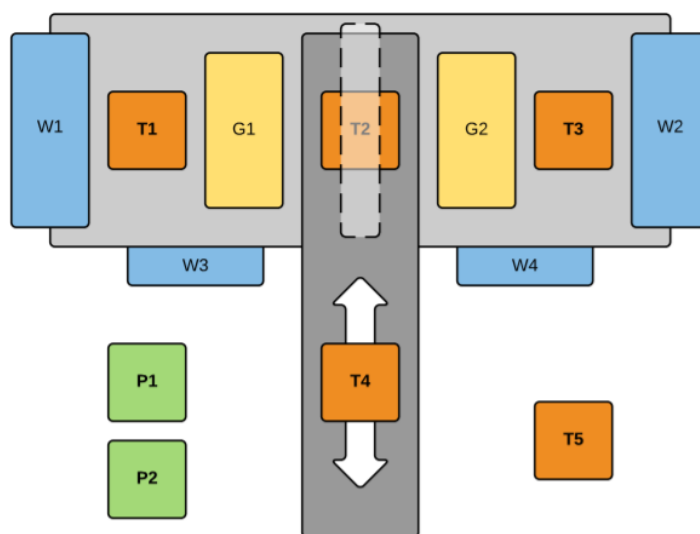
Rys. 1.1. Stanowisko grzejąco-chłodzące używane w trakcie laboratoriów.

## 2. Przebieg laboratorium

Rozpoczynając pracę na stanowisku grzejąco-chłodzącym sprawdzono możliwość sterowania i pomiaru w komunikacji ze stanowiskiem. W szczególności sygnały sterujące wykorzystywane podczas niniejszego laboratorium W1, G1, Z oraz pomiaru T1 (elementy wykonawcze przedstawiono na rys. 1.2). Przez cały czas trwania laboratorium moc wentylatora W1 była ustawiona na 50%, a wentylator traktowany jako cecha otoczenia. Dodatkowo sprawiał on, że temperatura grzałki opadała szybciej, co było szczególnie przydatne pomiędzy doświadczeniami.

W ramach laboratorium należało wykonać 5 zadań:

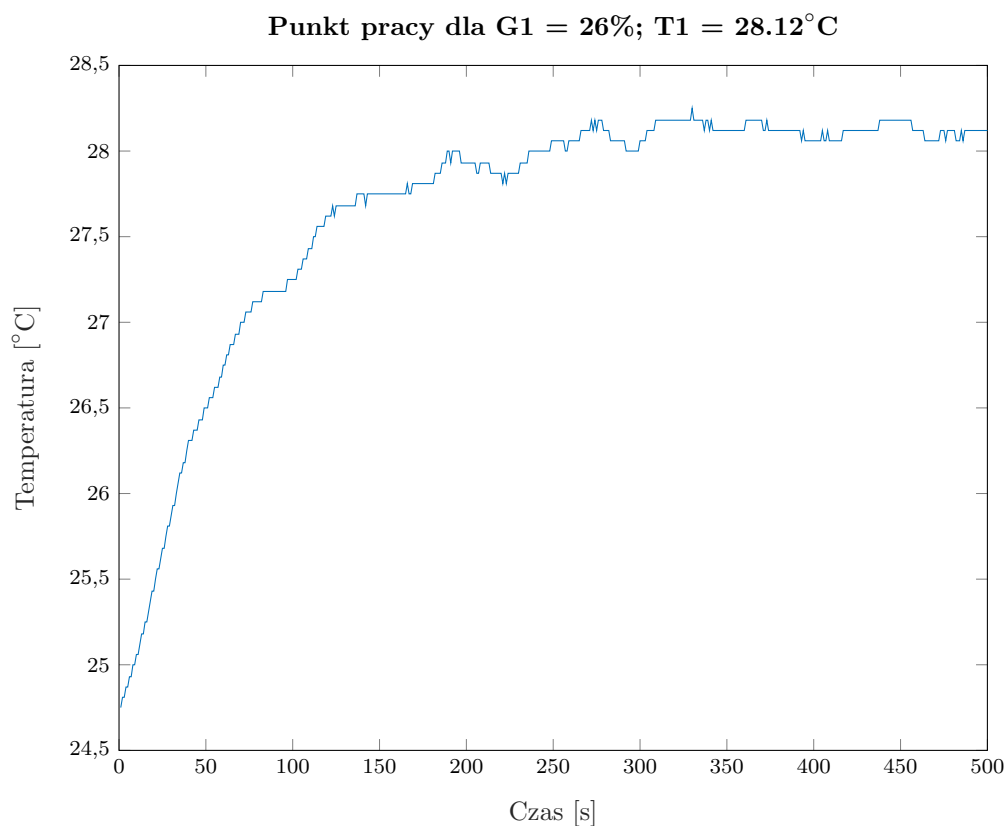
1. Odczytać wartość pomiaru temperatury dla termometru T1 dla mocy 26% grzałki G1 w stanie ustalonym (wyznaczyć punkt pracy).
2. Wyznaczyć odpowiedzi skokowe toru zakłócenie-wyjście dla trzech różnych zmian sygnału zakłócającego Z rozpoczynając z punktu pracy.
3. Przygotować odpowiedzi skokowe wykorzystywane w algorytmie DMC.
4. Zaimplementować algorytm DMC do regulacji procesu stanowiska w języku MATLAB.
5. Dobrać parametr  $D^z$  dla algorytmu DMC i przeprowadzić eksperymenty.



Rys. 1.2. Schemat stanowiska grzejąco-chłodzącego; zaznaczone elementy wykonawcze: wentylatory W1, W2, W3, W4, grzałki G1, G2, czujniki temperatury T1, T2, T3, T4, T5 (temperatura otoczenia), pomiar prądu P1, pomiar napięcia P2.

### 3. Punkt pracy stanowiska

W celu wyznaczenia punktu pracy stanowiska dla mocy grzałki  $G1=26\%$  zadano tę wartość dla sygnału sterującego grzałką. Następnie poczekano, aż temperatura T1 ustali się. Wynik eksperymentu przedstawiono na rys. 1.3. Odczytana wartość temperatury dla termometru T1 wyniosła  $28,12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

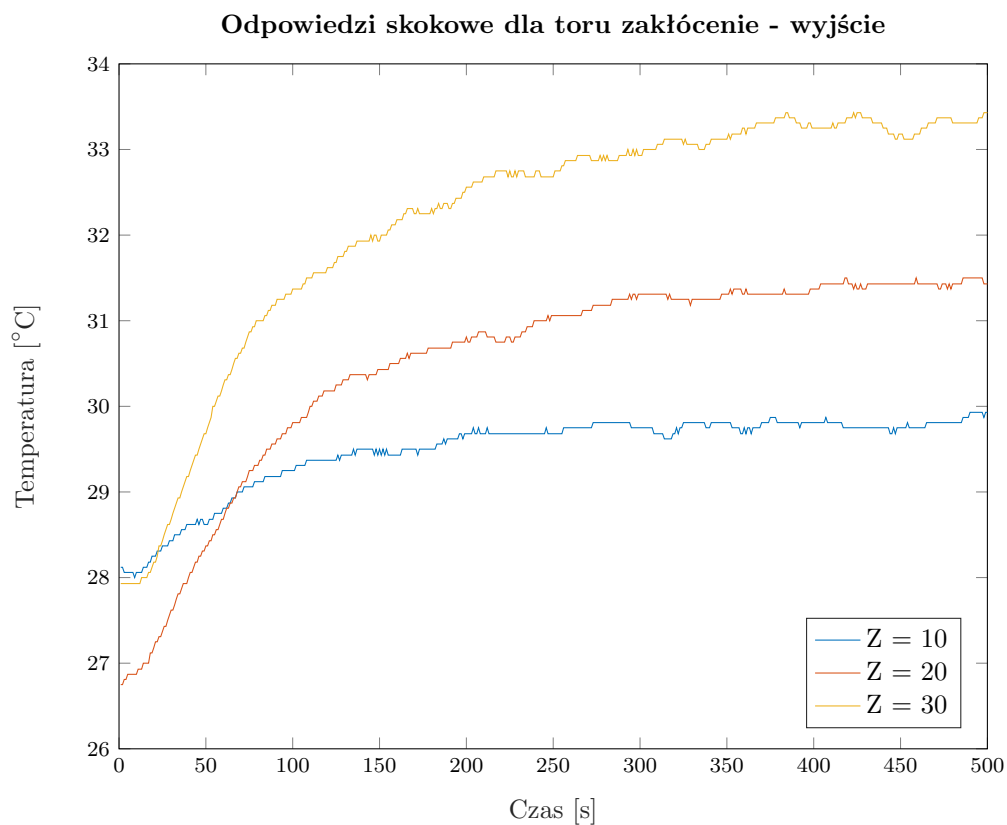


Rys. 1.3. Ustalanie się temperatury dla punktu pracy.

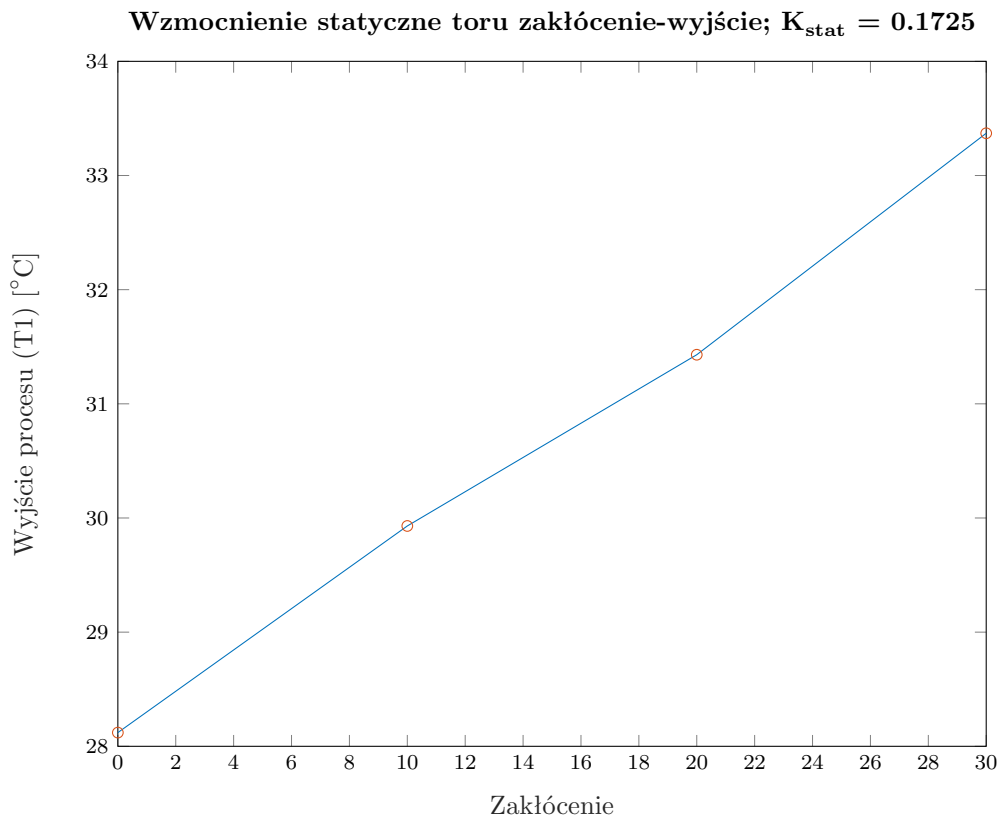
#### 4. Odpowiedzi skokowe toru zakłócenie-wyjście

Dla stanowiska pracującego w ustalonym punkcie pracy ( $G1=26\%$ ;  $T1=28,12^\circ\text{C}$ ) zadano 3 różne wartości skoku zakłócenia. Eksperyment wykonano dla skoków sygnału zawsze z wartości  $Z=0$  do kolejno wartości:  $Z=10$ ,  $Z=20$  oraz  $Z=30$ . Wyniki przedstawiono na rys. 1.4. Różnica w początkowych wartościach temperatury  $T1$  dla poszczególnych skoków wynika z zakłóceń powodowanych przez zmianę temperatury w pracowni laboratoryjnej oraz nagrzewania się stanowiska grzejąco-chłodzącego.

Na podstawie wyznaczonej charakterystyki statycznej dla toru zakłócenie-wyjście przedstawionej na rys. 1.5 możemy stwierdzić, że właściwości statyczne są w przybliżeniu liniowe. Wzmocnienie statyczne dla tego toru procesu wyznaczono metodą najmniejszych kwadratów i otrzymano wartość  $K_{\text{stat}} = 0.1725$ .



Rys. 1.4. Odpowiedzi skokowe dla toru zakłócenie - wyjście.



Rys. 1.5. Charakterystyka statyczna dla toru zakłócenie - wyjście.

## 5. Odpowiedzi skokowe dla algorytmu DMC

Odpowiedź skokowa toru wejście-wyjście dla algorytmu DMC została zaczerpnięta z laboratorium nr 1, przedstawiono ją na rys. 1.6.

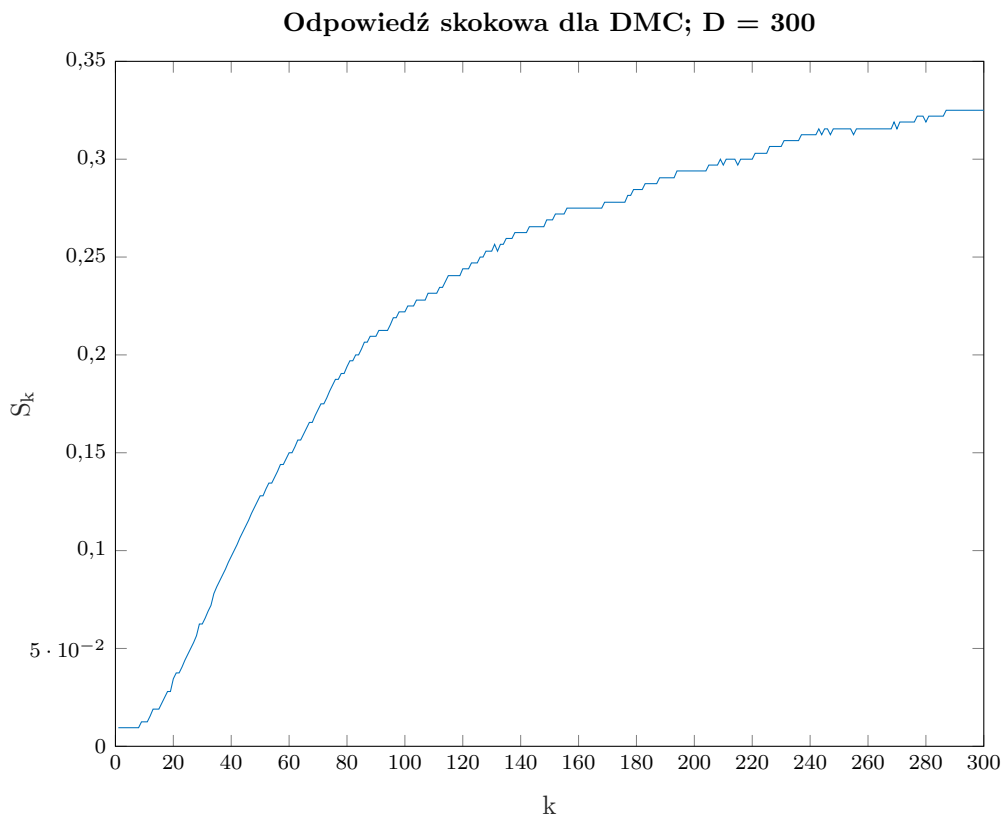
W celu wyznaczenia odpowiedzi skokowej toru zakłócenie-wyjście wybrano trzecią odpowiedź skokową przedstawioną na rys. 1.4, tj. skok zakłócenia do wartości  $Z=30$ . Do przekształcenia zebranej odpowiedzi skokowej skorzystano z przekształcenia:

$$S(i) = \frac{Y(i) - Y_{pp}}{Z_{skok} - Z_{pp}} \quad (1.1)$$

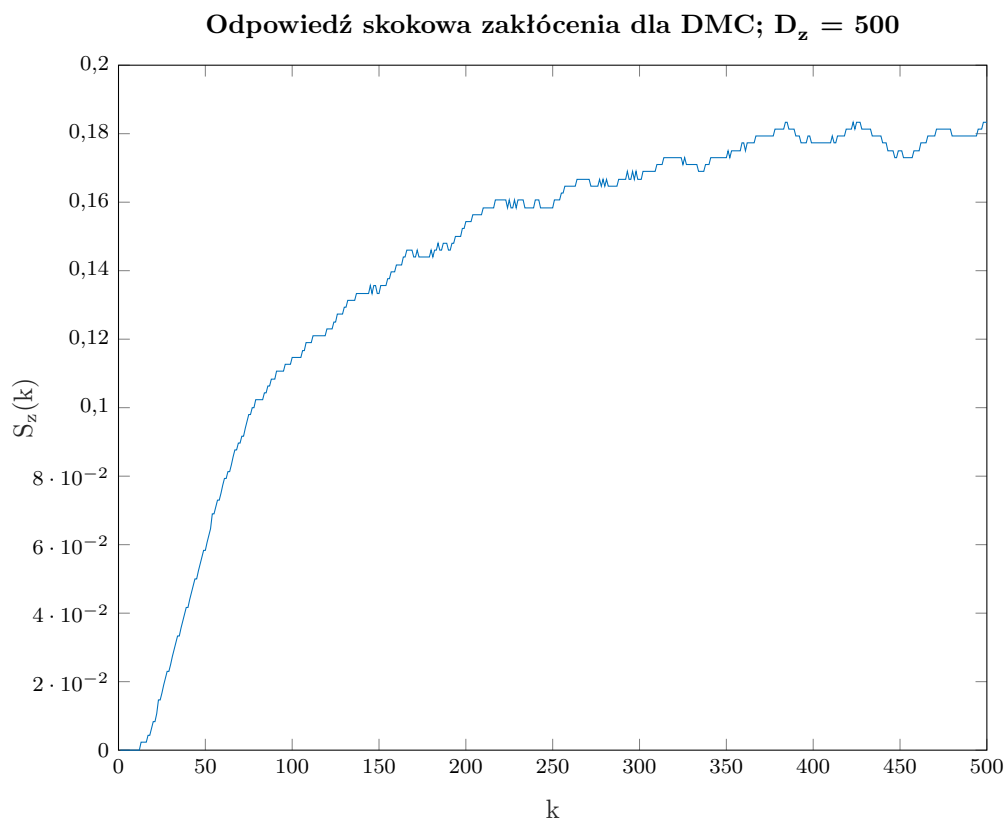
gdzie:

- $S(i)$  - odpowiedź skokowa potrzebna do algorytmu DMC,
- $Y(i)$  - odpowiedź skokowa przed przekształceniem,
- $Y_{pp}$  - wartość wyjścia w chwili  $k=0$  (tutaj  $Y_{pp} = 27,93$ ),
- $Z_{skok}$  - wartość sterowanie w chwili  $k=0$  i później (tutaj  $Z_{skok} = 30$ ),
- $Z_{pp}$  - wartość sterowania przed chwilą  $k=0$  (tutaj  $Z_{pp} = 0$ )

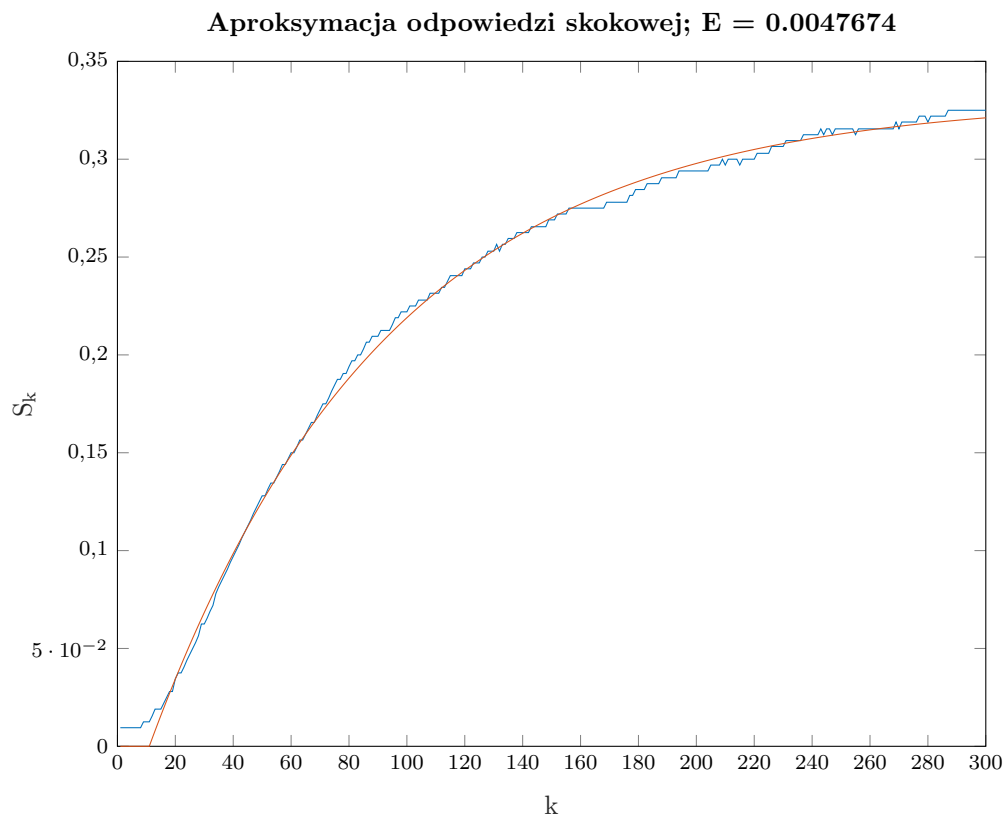
Otrzymana odpowiedź skokowa dla toru zakłócenie wyjście została przedstawiona na rys. 1.7.



Rys. 1.6. Odpowiedź skokowa toru wejście-wyjście dla algorytmu DMC.



Rys. 1.7. Odpowiedź skokowa toru zakłócenie-wyjscie dla algorytmu DMC.



Rys. 1.8. Aproksymacja odpowiedzi skokowej toru wejście-wyjscie dla algorytmu DMC.