

**Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska**

**Projektowanie układów sterowania
(projekt grupowy)**

Sprawozdanie z laboratorium nr 1

Sobolewski Konrad, Różański Antoni, Giełdowski Daniel

Warszawa, 2017

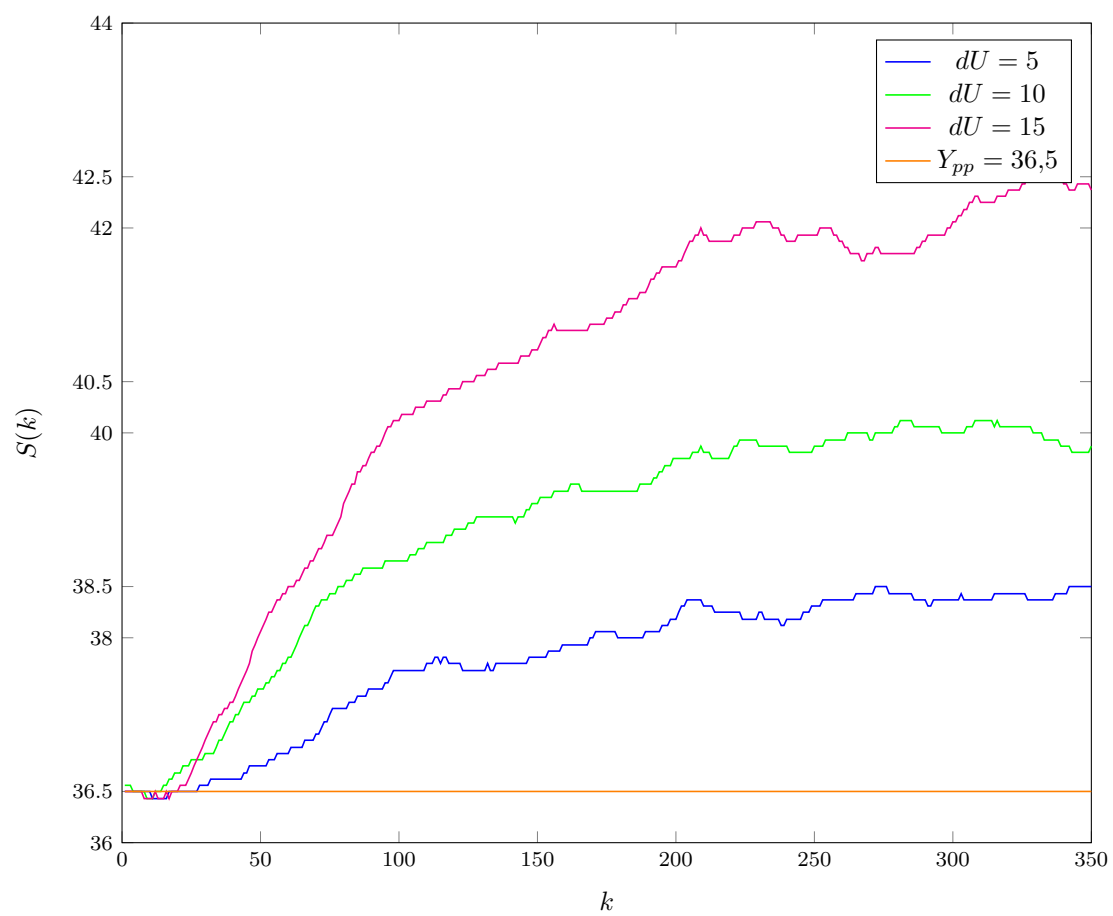
Spis treści

1. Zadanie 1: Punkt pracy	2
2. Zadanie 2: Odpowiedź skokowa	3
3. Zadanie 3: Znormalizowana odpowiedź skokowa	4
4. Zadanie 4: Algorytmy DMC	5
4.1. Analityczny algorytm DMC	5
5. Zadanie 5: Zakłócenia	7
6. Zadanie 6: Zakłócenie zmienne sinusoidalnie	8
7. Zadanie 7: Odporność algorytmu	9

1. Zadanie 1: Punkt pracy

Pierwszym poleceniem było określenie wartości wyjścia obiektu (pomiaru $T1$) w punkcie pracy $U_{pp} = 36$. Osiągnęliśmy ją ustawiając wartość sterowania (moc grzania grzałki G1) na U_{pp} i odczekując znaczną ilość czasu (powyżej 5 min.). Ostatecznie wyjście ustabilizowało się w pobliżu wartości $Y_{pp} = 36,5$.

2. Zadanie 2: Odpowiedź skokowa



Rys. 2.1. Wykres $S(k)$ dla różnych skoków sterowania z $U_{pp}=36$ o dU

3. Zadanie 3: Znormalizowana odpowiedź skokowa

4. Zadanie 4: Algorytmy DMC

4.1. Analityczny algorytm DMC

Do obliczeń wykorzystujemy następujące wzory:

$$\mathbf{Y}^{\text{zad}}(k) = \begin{bmatrix} Y^{\text{zad}}(k) \\ \vdots \\ Y^{\text{zad}}(k) \end{bmatrix}_{N \times 1} \quad (4.1)$$

$$\mathbf{Y}(k) = \begin{bmatrix} y(k) \\ \vdots \\ y(k) \end{bmatrix}_{N \times 1} \quad (4.2)$$

$$\Delta \mathbf{U}(k) = \begin{bmatrix} \Delta u(k|k) \\ \vdots \\ \Delta u(k + N_u - 1|k) \end{bmatrix}_{N_u \times 1} \quad (4.3)$$

$$\Delta \mathbf{U}^P(k) = \begin{bmatrix} \Delta u(k-1) \\ \vdots \\ \Delta u(k - (D-1)) \end{bmatrix}_{(D-1) \times 1} \quad (4.4)$$

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} s_1 & 0 & \dots & 0 \\ s_2 & s_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_N & s_{N-1} & \dots & s_{N-N_u+1} \end{bmatrix}_{N \times N_u} \quad (4.5)$$

$$\mathbf{M}^P = \begin{bmatrix} s_2 - s_1 & s_3 - s_2 & \dots & s_D - s_{D-1} \\ s_3 - s_1 & s_4 - s_2 & \dots & s_{D+1} - s_{D-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{N+1} - s_1 & s_{N+2} - s_2 & \dots & s_{N+D-1} - s_{D-1} \end{bmatrix}_{N \times D-1} \quad (4.6)$$

$$\mathbf{Y}^0(k) = \mathbf{Y}(k) + \mathbf{M}^P \Delta \mathbf{U}^P(k) \quad (4.7)$$

$$\mathbf{K} = (\mathbf{M}^T \mathbf{M} + \lambda * \mathbf{I})^{-1} \mathbf{M}^T \quad (4.8)$$

$$\Delta \mathbf{U}(k) = \mathbf{K}(\mathbf{Y}^{\text{zad}}(k) - \mathbf{Y}^0(k)) \quad (4.9)$$

W naszej regulacji potrzebujemy wyznaczyć tylko pierwszy element macierzy $\Delta \mathbf{U}(k)$ czyli $\Delta u(k|k)$. W tym celu rozwijamy wzór do postaci:

$$\Delta u(k|k) = k_e e(k) - k_u \Delta \mathbf{U}^P \quad (4.10)$$

gdzie:

$$e(k) = Y^{\text{zad}}(k) - Y(k) \quad (4.11)$$

$$k_e = \sum_{i=1}^N K(1, i) \quad (4.12)$$

$$k_u = kM^P \quad (4.13)$$

k to oznaczenie pierwszego wiersza macierzy K . Aktualne sterowanie otrzymujemy poprzez zsumowanie poprzedniego sterowania i aktualnie wyliczonego $\Delta u(k|k)$.

5. Zadanie 5: Zakłócenia

6. Zadanie 6: Zakłócenie zmienne sinusoidalnie

7. Zadanie 7: Odporność algorytmu