

**Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych  
Politechnika Warszawska**

**Projektowanie układów sterowania  
(projekt grupowy)**

**Sprawozdanie z laboratorium nr 1**

**Sobolewski Konrad, Róžański Antoni, Giełdowski Daniel**

**Warszawa, 2017**

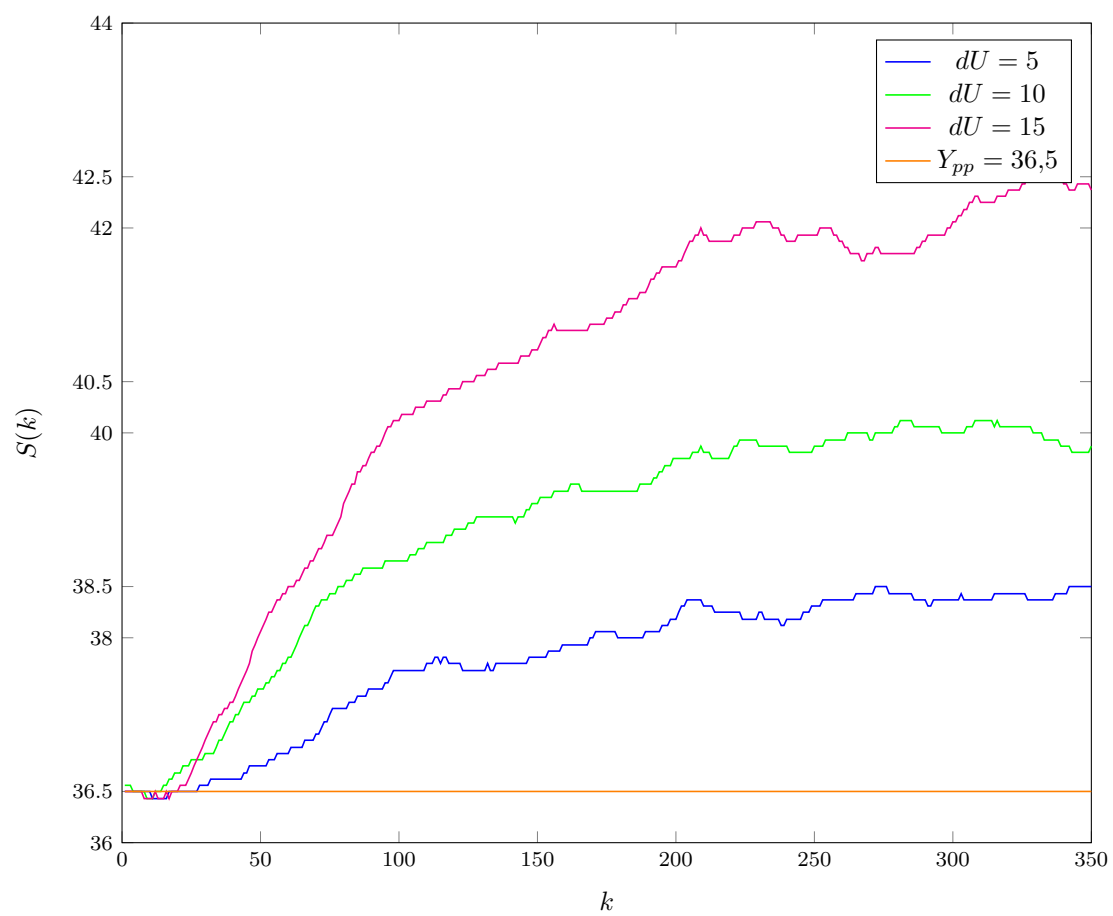
# Spis treści

1. Zadanie 1: Punkt pracy . . . . .	2
2. Zadanie 2: Odpowiedź skokowa . . . . .	3
3. Zadanie 3: Znormalizowana odpowiedź skokowa . . . . .	4
4. Zadanie 4: Algorytmy PID i DMC . . . . .	5
4.1. PID . . . . .	5
4.2. DMC . . . . .	5
5. Zadanie 5: Strojenie regulatorów . . . . .	6
5.1. PID . . . . .	6
6. Zadanie 6: Zakłócenie zmienne sinusoidalnie . . . . .	11
7. Zadanie 7: Odporność algorytmu . . . . .	12

## 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 PID i DMC

### 4.1. PID

Kod programu zawierający model obiektu stanowiska oraz ograniczenia

$$0 \leq U \leq 100$$

zostały zawarty w folderze sprawozdania. Do wymodelowania obiektu posłużyliśmy siłą funkcją *fmincon*, która zwróciła nam parametry obiektu

$$T1 = 91.607279510963700$$

$$T2 = 6.971579071504170$$

$$K_p = 0.997200696364098$$

$$TD = 2$$

oraz aproksymującym równaniem różnicowym

$$Y(k) = b1 * U(k - Td - 1) + b2 * U(k - Td - 2) - a1 * Y(k - 1) - a2 * Y(k - 2)$$

Powyższe parametry wyznaczone dla znormalizowanego skoku jednostkowego udokumentowane w poprzednim punkcie, powodowały gorszy przebieg wyjścia oraz sterowania obiektu, dlatego nowe parametry zostały wyznaczone dla skoku jednostkowego z punktu pracy, aby zachować ich zbliżenie do rzeczywistej trajektorie.

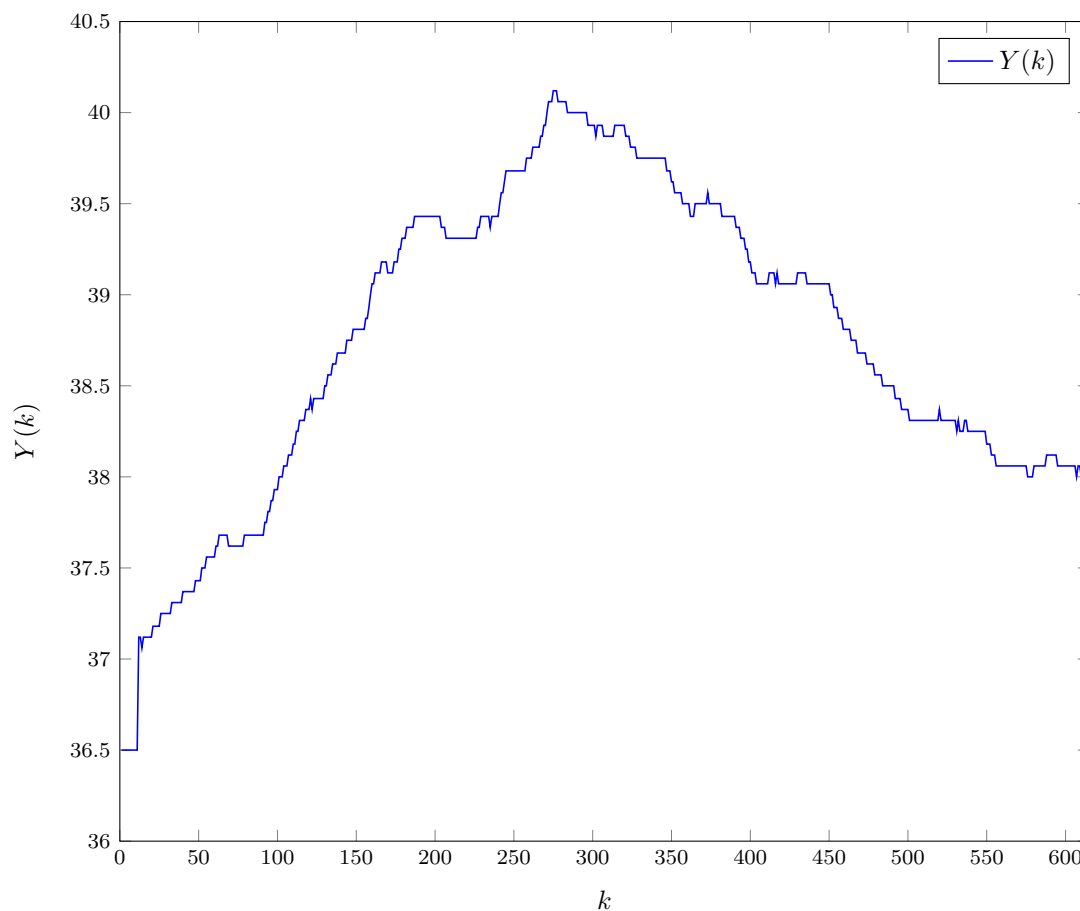
### 4.2. DMC

## 5. Zadanie 5: Strojenie regulatorów

### 5.1. PID

W tej części projektu laboratoryjnego dobieraliśmy parametry regulatora PID metodą eksperymentalną. Poniżej został zamieszczony wykres wyjścia obiektu dla dwóch skoków wartości zadanej z 36,5 do 40 oraz z 40 do 38. Pierwsze wykresy 5.1, 5.2 oraz 5.3 zostały wykonane w trakcie trwania laboratorium. Dla 5.1, 5.2 widzimy, że nastawy regulatora były nieodpowiednie. Regulator nie był w stanie wysterować obiektu co odzwierciedla się powolnym dążeniem do wartości zadanej oraz licznymi zawirowaniami przebiegów sterowania i wyjścia. Wykres 5.3 jest ostatnim pomiarem jaki udało się nam zebrać w trakcie trwania laboratorium. Z powodu braku czasu jest on w formacie .eps. Widzimy, że dla nowych nastaw układ regulacji działa znacznie lepiej, charakteryzował się małym przeregulowaniem oraz dobrą szybkością zmian. Próbką około 370 jest ostatni, jak udało się nam zebrać i na podstawie poprzednich prognozujemy wyregulowanie obiektu.

Dalszą część projektu została wykonana na modelu obiektu w środowisku domowym. Pierwszą

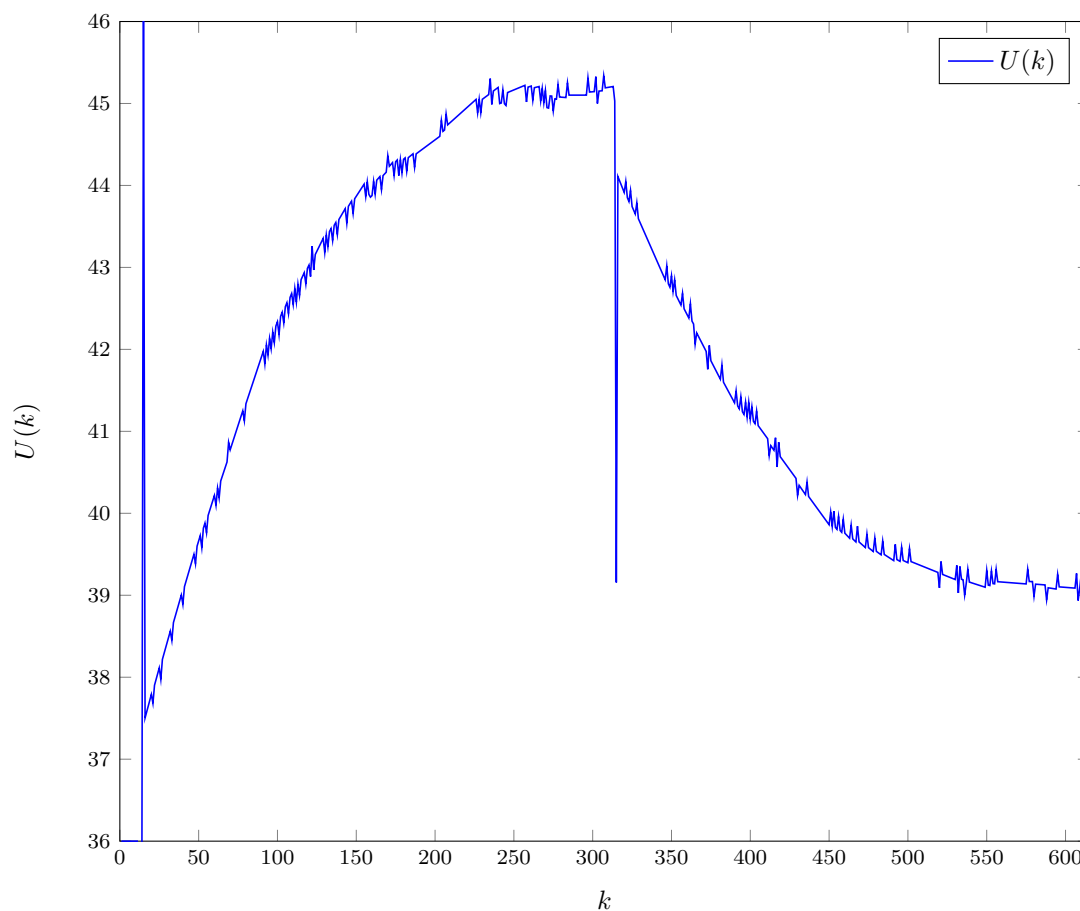


Rys. 5.1. Wyjście obiektu dla  $K = 0,5$ ,  $T_i = 20$ ,  $T_d = 5$

czynności jest zasymulowanie stanowiska dla ostatnich nastaw z laboratorium, aby sprawdzić czy zgrubsza pokrywają się 5.4. Porównując wykres 5.3 wraz ze wspomnianym, zauważamy podobny zbieg przy skoku wartości zadanej oraz podobne wartości przeregulowania. Sugierujemy tymi aspektami można stwierdzić, że model obiektu jest podobny do obiektu rzeczywistego co świadczy o poprawności naszych przekształceń.

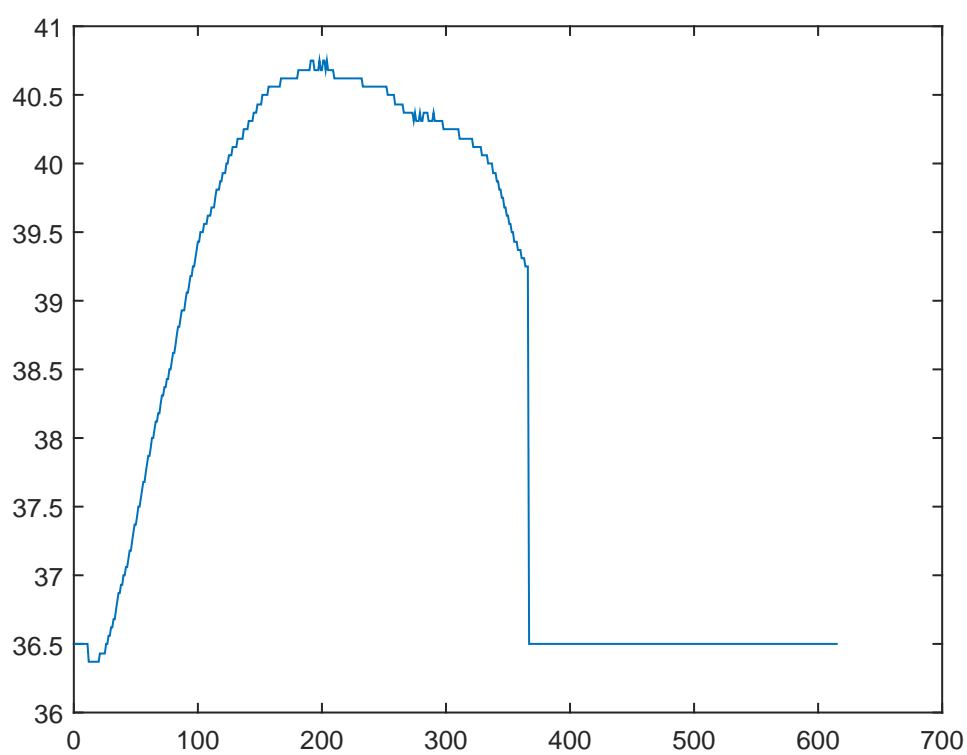
Na wykresie ?? przedstawiliśmy wyniki symulacji dla różnych nastaw regulatora wraz z ich

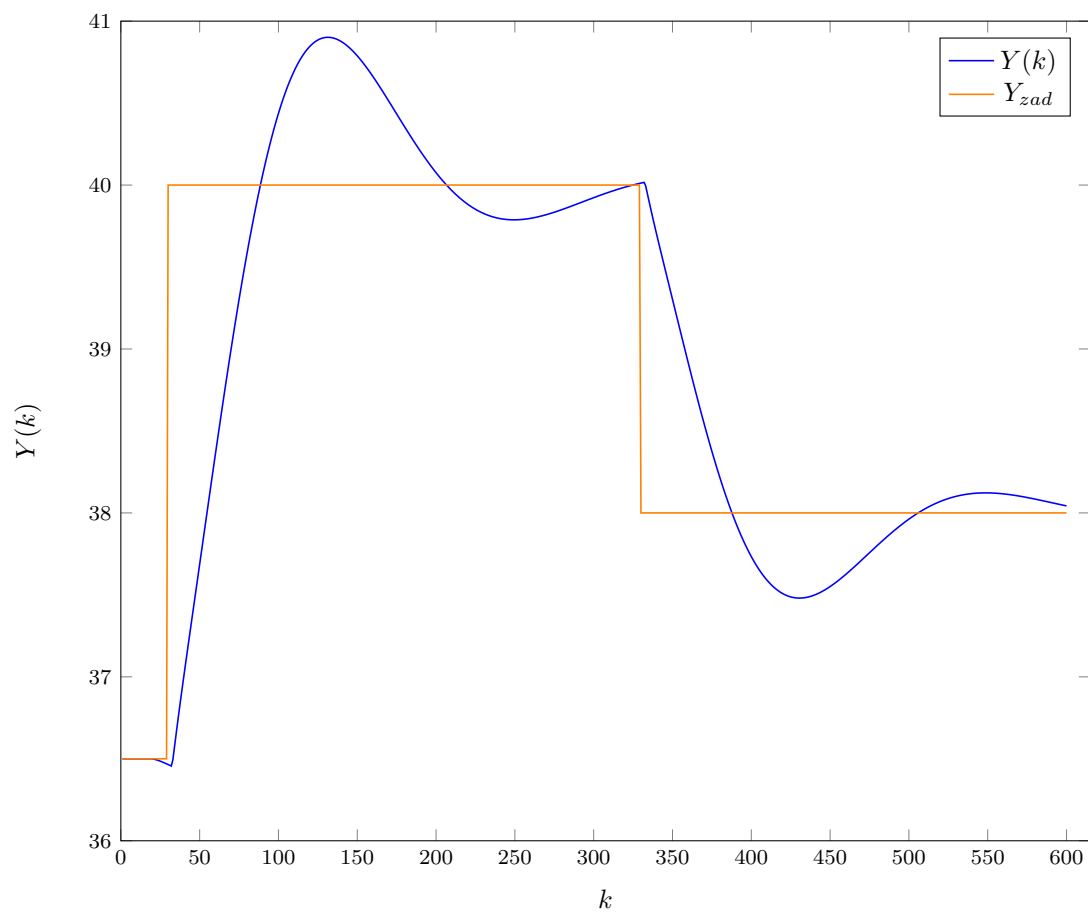
Najlepsze przebiegi dla naszego obiektu uzyskaliśmy stosując następujące nastawy  $K_p = 3, T_i = 40, T_d = 5$ , gdzie wskaźnik jakości  $E = 270,0647$ .

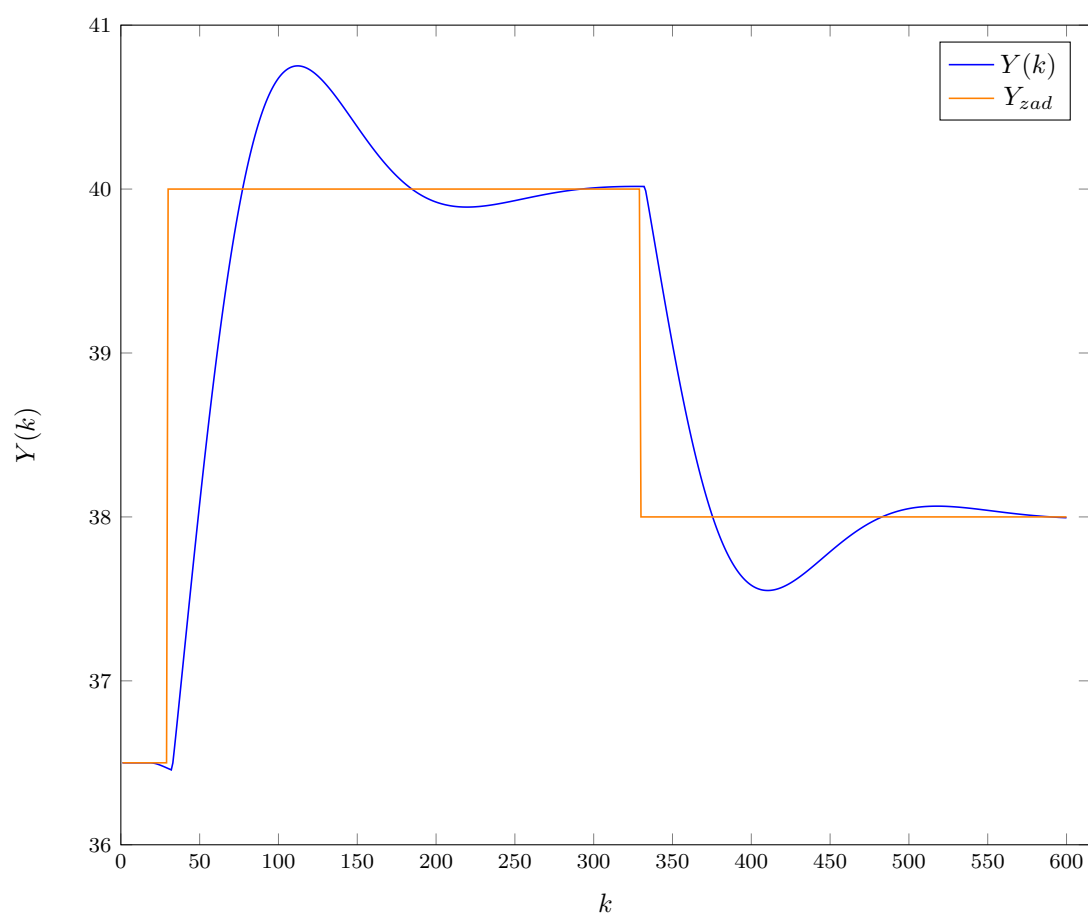


Rys. 5.2. Sterowanie obiektu dla  $K = 0,5, T_i = 20, T_d = 5$



Rys. 5.3. Sterowanie obiektu dla  $K = 2, T_i = 25, T_d = 7$

Rys. 5.4. Sterowanie obiektu dla  $K = 2, T_i = 25, T_d = 7$

Rys. 5.5. Sterowanie obiektu dla  $K = 3, T_i = 30, T_d = 5$