

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych  
Politechnika Warszawska

Projektowanie układów sterowania  
(projekt grupowy)

Sprawozdanie z projektu nr 4

Bartłomiej Boczek, Aleksander Piotrowski, Łukasz Śmigielski

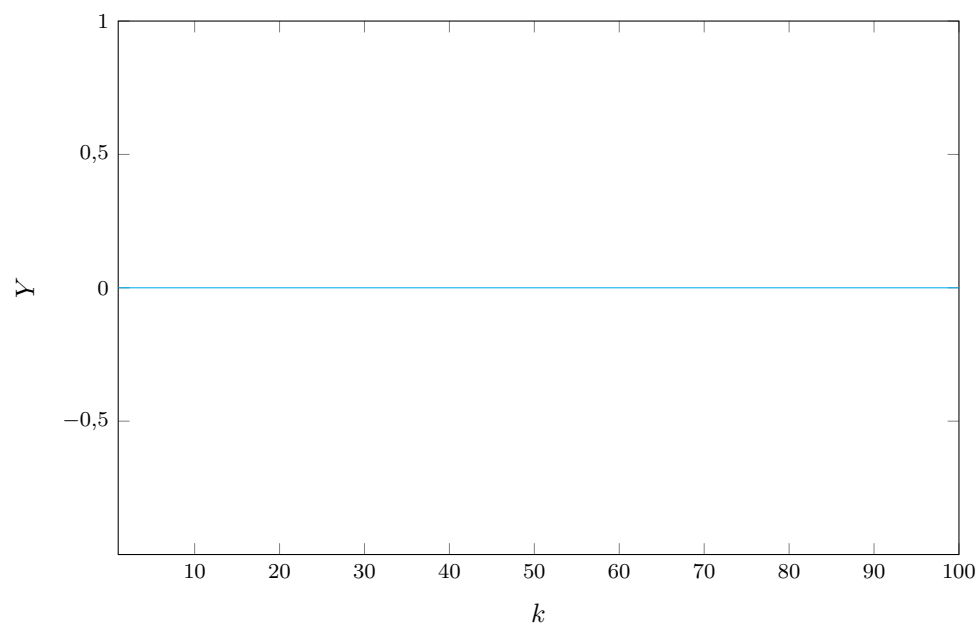
Warszawa, 7 maja 2017

## Spis treści

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

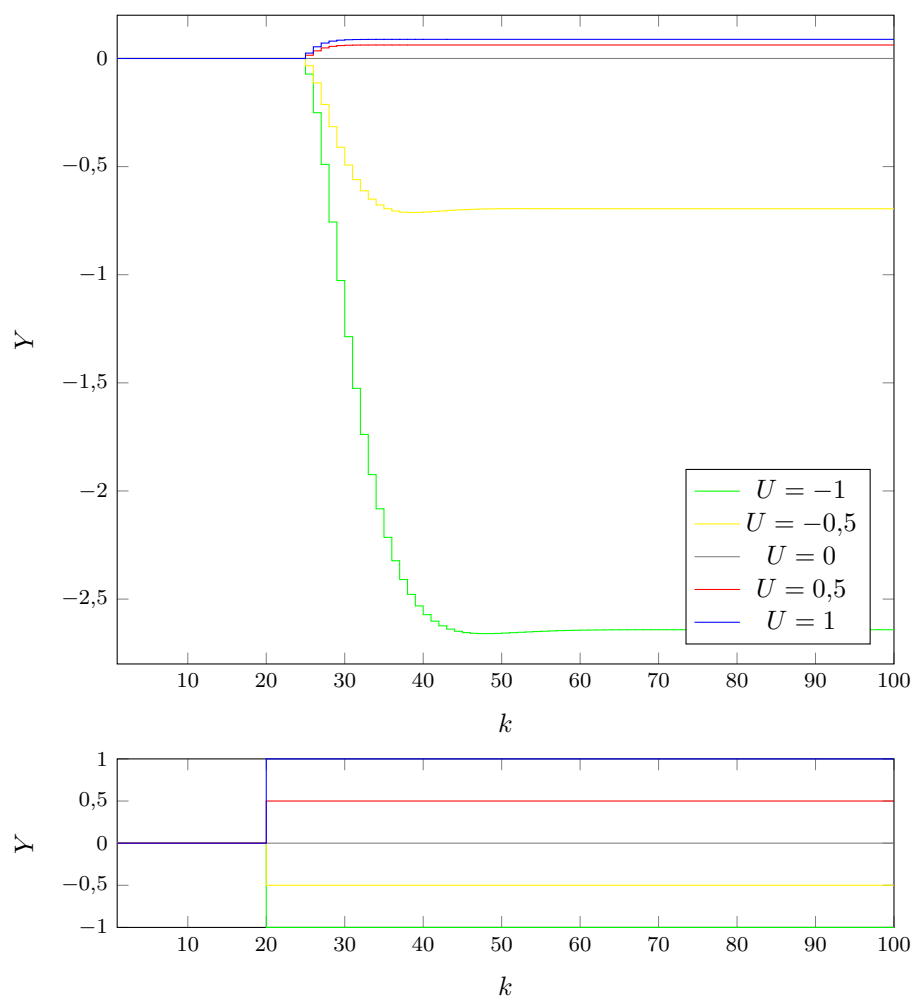
## 1. Punkt 1

Punkt pracy jest poprawny, obiekt nie zmienia swojego stanu przy podaniu  $U_{pp}$

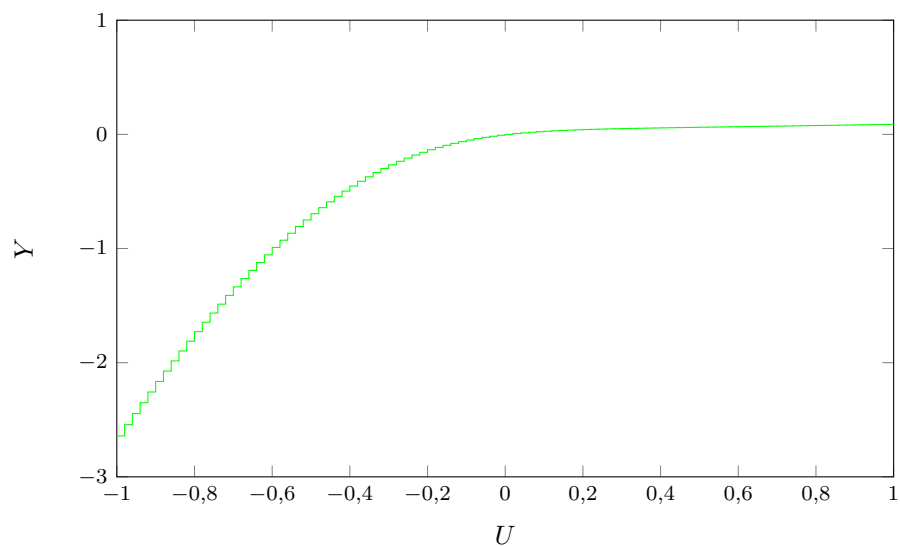


Rys. 1.1. Punkt pracy

## 2. Punkt 2



Rys. 2.1. Odpowiedzi skokowe procesu dla pięciu różnych zmian sygnału sterującego



Rys. 2.2. Charakterystyka statyczna

Właściwości statyczne obiektu nie są w całościowym ujęciu - względem dziedzin  $U$  - liniowe. Charakterystyka statyczna to złożenie dwóch prostych, pierwszej szybko rosnącej, drugiej bardzo wolno, niemal stale, z punktem przegięcia w okolicach  $-0,1(u)$  Właściwości dynamiczne obiektu: układ jest stabilny, ma opóźnienie w ilości 5 chwil  $k$ , ma jedną lub dwie inercje; wszystkie te cechy dynamiczne można uznać za w przybliżeniu liniowe.

### 3. Punkt 3 i 4

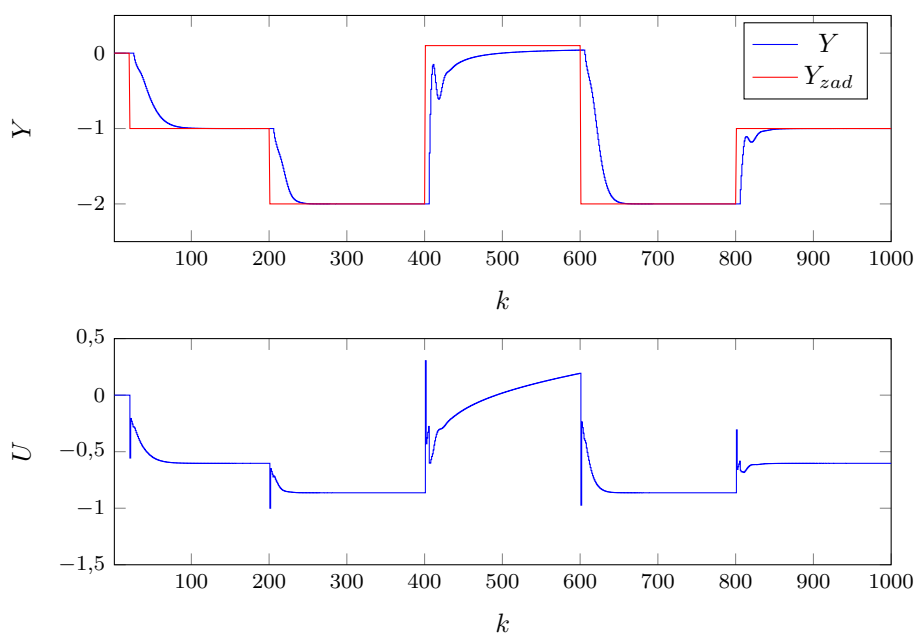
Symulacja trwa 1000 chwil. Skoki:

- $k=21$ ,  $y_{zad} = -1$
- $k=201$ ,  $y_{zad} = -2$
- $k=401$ ,  $y_{zad} = -0,1$
- $k=601$ ,  $y_{zad} = -2$
- $k=801$ ,  $y_{zad} = -1$

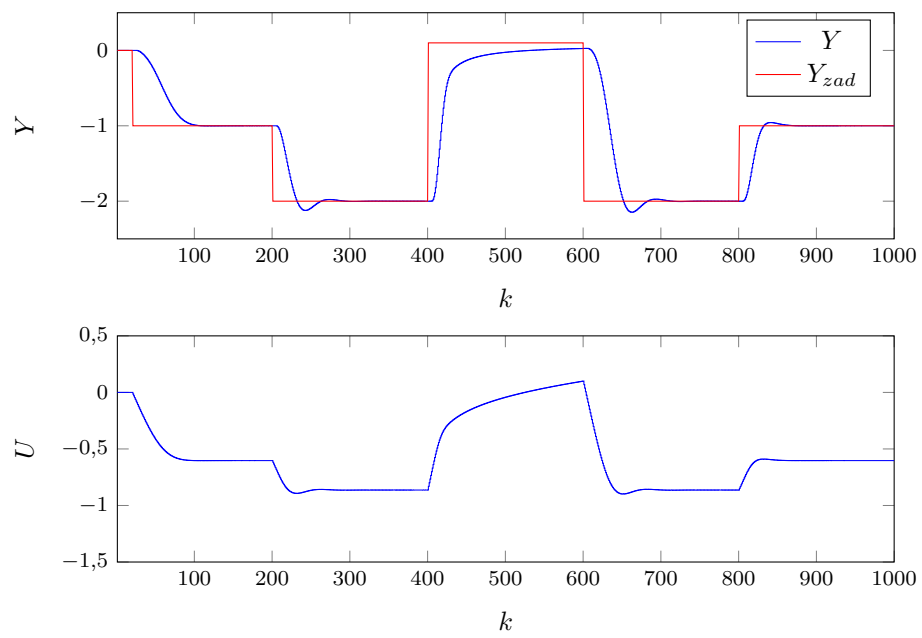
PID: błąd  $E = 133,2526$ , parametry:  $K=0,17$ ;  $T_i=3,5$ ;  $T_d=1,1$ ;  
DMC: błąd  $E = 236,8488$ , parametry:  $D=N=N_u=50$ ;  $\lambda=250$ ;  
Parametry dobrane eksperymentalnie.

Widzimy że dla skoków wartości zadanej zawierających się w pierwszej, szybszej części charakterystyki statycznej regulatory działają dużo lepiej niż w przypadku skoków zawierających się w drugiej, bardzo wolnej części charakterystyki. 200 chwil  $k$  to za mało aby obiekt osiągnął wartość zadaną podczas gdy osiągnięcie "szybszej" wartości zadanej zajmuje mu kilkadziesiąt chwil.

Strojenie liniowego regulatora w tym przypadku przy pomocy optymalizatorów zapewne dałoby lepszy efekt, ale nadal nieliniowość obiektu mocno by "dokuczała" i nie byłaby to tak dobra regulacja jak w przypadku obiektu liniowego.



Rys. 3.1. Przebiegi sygnałów dla PID

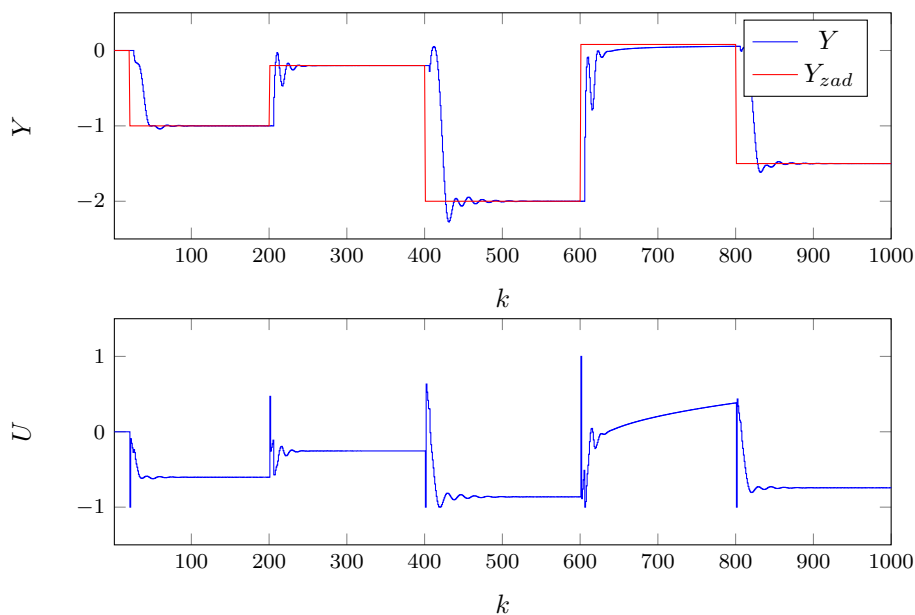


Rys. 3.2. Przebiegi sygnałów dla DMC

## 4. Punkt 5

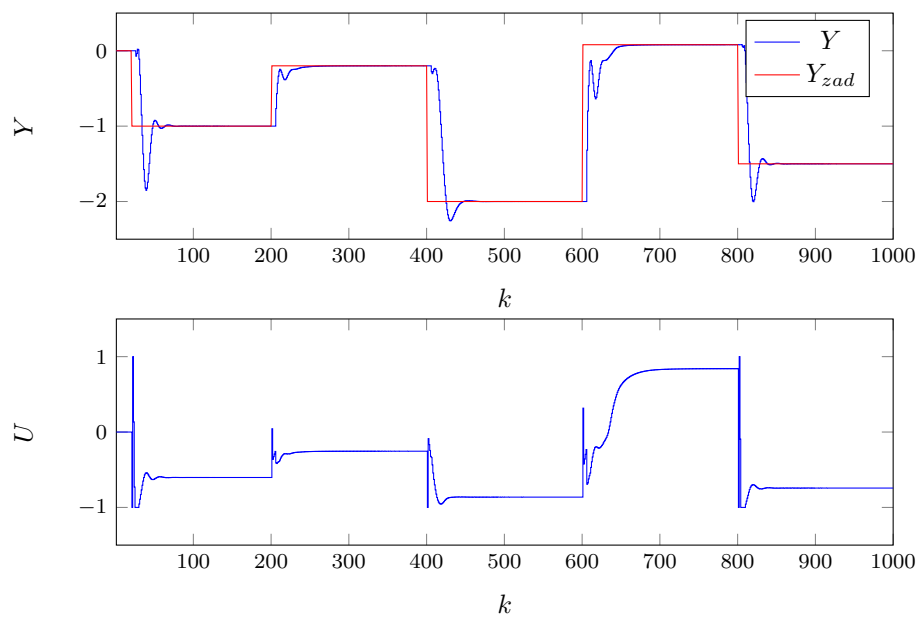
błędy: 1 regulator  $E = 159,1203$   
2 regulatory  $E = 126,4950$   
3 regulatory  $E = 129,3428$   
4 regulatory  $E = 121,9314$   
5 regulatorów  $E = 126,6583$

We wszystkich przypadkach poza pierwszym jakość regulacji jest lepsza zarówno pod względem wskaźnika  $E$  jak i jakości przebiegów. Regulatory rozmyte dobrze sobie radzą z nieliniowością obiektu, drobne wahania błędu względem liczby regulatorów lokalnych wynikają z niedokładnego podzielenia dziedziny  $U$  pomiędzy funkcje przynależności. Rozmyty regulator z jednym regulatorem lokalnym kiepsko radzi sobie z wolniejszą częścią charakterystyki statycznej obiektu; 200 chwil  $k$  ledwo wystarcza aby obiekt osiągnął wartość zadaną. Dobieranie parametrów regulatorów lokalnych odbyło się przy pomocy optymalizatora 'ga'.

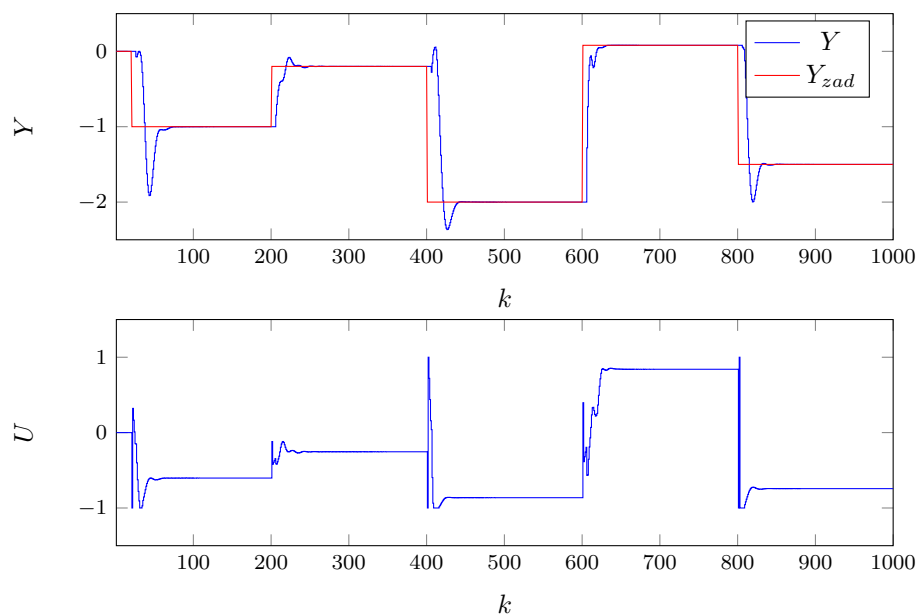


Rys. 4.1. Przebiegi sygnałów dla 1 regulatora

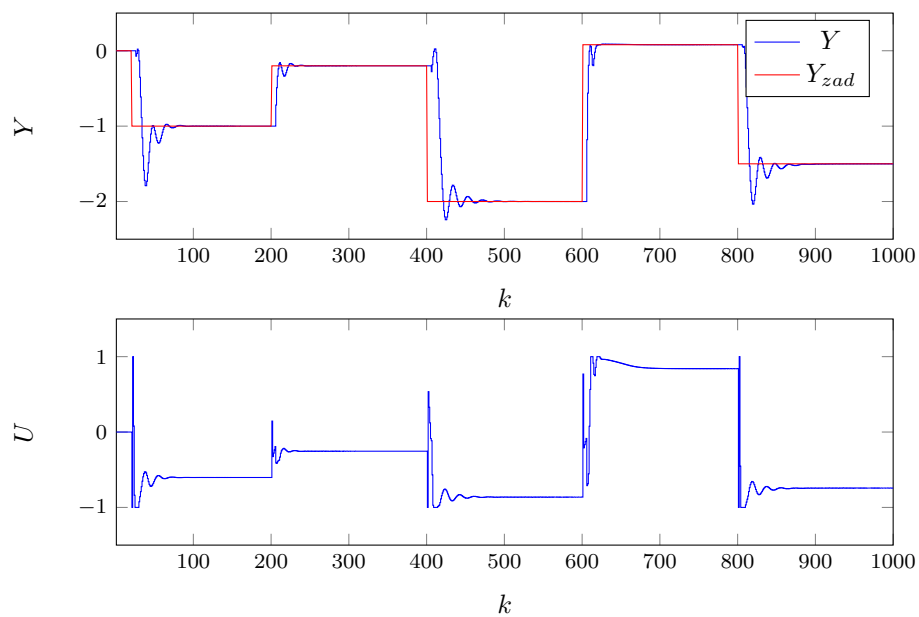




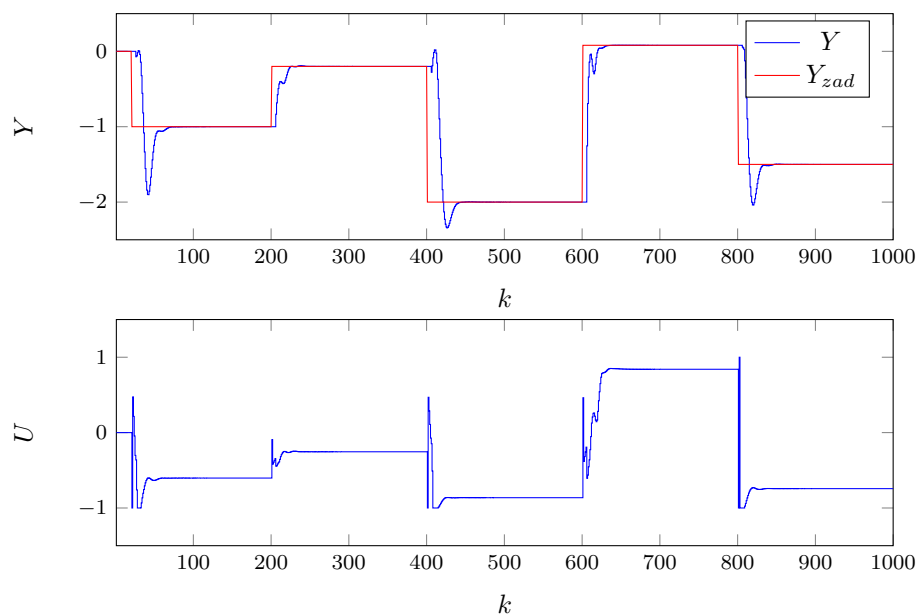
Rys. 4.2. Przebiegi sygnałów dla 2 regulatorów



Rys. 4.3. Przebiegi sygnałów dla 3 regulatorów



Rys. 4.4. Przebiegi sygnałów dla 4 regulatorów



Rys. 4.5. Przebiegi sygnałów dla 5 regulatorów