

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych  
Politechnika Warszawska

Projektowanie układów sterowania  
(projekt grupowy)

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

Imię i Nazwisko, Imię i Nazwisko, Imię i Nazwisko

Warszawa, 2017

# Spis treści

<b>1. Wstęp</b>	2
<b>2. Wzory matematyczne</b>	3
2.1. Stałe i zmienne, indeksowanie	3
2.2. Wektory	3
2.3. Macierze	4
2.4. Większe wyrażenia matematyczne	4
<b>3. Tabele</b>	5
<b>4. Rysunki</b>	7
4.1. Schematy blokowe	7
4.2. Funkcje statyczne	8
4.3. Wyniki symulacji i eksperymentów	10
4.4. Kolory	17
4.5. Lokalizacja rysunków (i tabel)	20
<b>5. Listingi programów</b>	21
<b>Bibliografia</b>	22
<b>A. Uwagi do wykonywania sprawozdań</b>	23
A.1. Kodowanie znaków	23
A.2. Nie należy używać zwrotów w cudzysłowie i narzekań	23
A.3. Przecinki zamiast kropek i jednostki	23
A.4. Prosty eksport wykresów: <code>matlab2tikz</code>	24
A.5. Wstawianie kodu programu i jego zasadność	25
A.6. Warunki stosowania <code>plot</code> i <code>stairs</code>	26
A.7. Dodatkowe uwagi do wykresach	26
A.8. Przeprowadzanie eksperymentów	27
A.9. Krytyczne podejście do omówienia wyników	27
A.10. Nieustanna archiwizacja i oddelegowana w czasie analizy	27
A.11. Omówienie wyników a dobieranie parametrów	27

# 1. Wstęp

Sprawozdania przygotowywane w ramach projektów i ćwiczeń laboratoryjnych muszą być opracowane w systemie  $\text{\LaTeX}$ . System składu dokumentów  $\text{\LaTeX}$  jest całkowicie darmowy, ale umożliwia opracowanie bardzo dobrze złożonych dokumentów. Do przygotowania sprawozdania należy wykorzystać klasę `mwrep` z pakietu klas `mwcls` [4] oraz klasę `polski`. W przypadku dłuższych opracowań (książek, prac dyplomowych) należy wykorzystać klasę `mbbk`.

Jeżeli dostępne są rysunki w formacie `pdf`, najwygodniej do przetworzenia dokumentu użyć polecenia `pdflatex`, które bezpośrednio generuje dokument w formacie `pdf`. Polecenie `latex` wymaga rysunków w formacie `ps` lub `eps` i generuje dokument w formacie `dvi`, który następnie można przekształcić do formatu `eps` lub `pdf`. Nie używamy rysunków zapisanych w plikach bitmapowych (`bmp`, `jpg`, `png`). Jedynym wyjątkiem są zdjęcia.

Istnieje wiele podręczników do nauki zasad składania dokumentów w  $\text{\LaTeX}$ u, np. doskonała praca zbiorowa [2] lub ew. podręcznik Wikibooks [5]. Do edycji dokumentów można wykorzystać np. program `TeXnicCenter`, dostępny pod adresem <http://www.texniccenter.org>. W przypadku problemów warto poszukać rozwiązania na forum <http://tex.stackexchange.com>.

W dalszej części dokumentu podano najważniejsze wymagania dotyczące wzorów matematycznych, tabeli i rysunków. Najszybszą metodą prowadzącą do otrzymania dokumentu jest modyfikacja niniejszego szablonu.

## 2. Wzory matematyczne

Stosujemy przecinek dziesiętny, a nie kropkę dziesiętną. Aby uniknąć dodatkowego odstępu, stosujemy zapis `\num{1,2345}` lub `\num{1.2345}`, co prowadzi do 1,2345, a nie `$1,2345$`, co prowadzi do 1, 2345. Stosujemy zapis  $1,2345 \cdot 10^{10}$ , a nie  $1,2345 \times 10^{10}$ . Powyższy zapis można stosować również w trybie matematycznym, np. `$\num{1.2345e10}$` skompiluje się do  $1,2345 \cdot 10^{10}$ .

### 2.1. Stałe i zmienne, indeksowanie

Skalarne stałe i zmienne zapisujemy w trybie matematycznym, np.  $x, y, z$ . Stosujemy indeksy dolne, np.  $x_i$ , górne, np.  $x^j$ , lub oba, np.  $x_i^j$ . Można również zastosować indeksy w nawiasach, np.  $y(k)$ . Jeżeli indeks zapisany jest czcionką pochyłą, spodziewamy się, że przyjmuje on wartość liczbową (liczby naturalne), np.  $x_i$  dla  $i = 1, \dots, 10$ . Jeżeli natomiast zastosujemy oznaczenie  $x_i$ , to wówczas indeks  $i$  nie przyjmuje żadnej wartości, jest on integralną częścią zmiennej lub stałej. Dlatego oznaczając horyzont sterowania stosujemy symbol  $N_u$ , a nie  $N_u$ , co by sugerowało, że indeks  $u$  przyjmuje pewne wartości z zakresu liczb naturalnych. Analogicznie, stała czasowa całkowania oznaczana jest jako  $T_i$ , a nie jako  $T_i$ , stała czasowa różniczkowania to  $T_d$ , a nie  $T_d$ . Sygnał wartości zadanej oznaczamy przez  $y^{zad}$ , a nie przez  $y^{zad}$ .

Nie należy stosować czcionki pochyłej również do tekstów, które uzupełniają wyrażenia matematyczne, np. zamiast błędnej postaci

$$y(x) = \begin{cases} x^2 & \text{gdy } x \leq 0 \\ x^3 & \text{gdy } x > 0 \end{cases}$$

powinno być

$$y(x) = \begin{cases} x^2 & \text{gdy } x \leq 0 \\ x^3 & \text{gdy } x > 0 \end{cases}$$

Odstępy w trybie matematycznym wymuszamy za pomocą instrukcji `\`, `\quad`, `\qquad` itd.

### 2.2. Wektory

Do oznaczenia wektorów najczęściej stosujemy symbole pogrubione, np.  $\mathbf{x}$ ,  $\Delta \mathbf{u}(k)$ . Pamiętajmy, że w matematyce wektory zawsze są pionowe. Wektory, których elementami są skalary, zapisujemy więc jako

$$\Delta \mathbf{u}(k) = [\Delta u(k|k) \ \dots \ \Delta u(k + N_u - 1|k)]^T \quad (2.1)$$

lub w postaci

$$\Delta \mathbf{u}(k) = \begin{bmatrix} \Delta u(k|k) \\ \vdots \\ \Delta u(k + N_u - 1|k) \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Jeżeli używamy wektorów, których elementami składowymi są inne wektory, najwygodniej zapisać je pionowo. Np. elementami wektora (2.2) są podwektory

$$\Delta u(k + p|k) = \begin{bmatrix} \Delta u_1(k + p|k) \\ \vdots \\ \Delta u_{n_u}(k + p|k) \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

gdzie  $p = 1, \dots, N_u$ . A więc każdy z wektorów (2.3) ma długość  $n_u$ , wektor (2.2) ma długość  $n_u N_u$ .

### 2.3. Macierze

Do oznaczenia macierzy najczęściej stosujemy symbole pogrubione, np. macierz dynamiczna w algorytmie DMC dla procesu o jednym wejściu i jednym wyjściu ma wymiar  $N \times N_u$  i strukturę

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} s_1 & 0 & \dots & 0 \\ s_2 & s_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_N & s_{N-1} & \dots & s_{N-N_u+1} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

W przypadku procesu o  $n_u$  wejściach i  $n_y$  wyjściach ma ona wymiar  $N \times N_u$  i postać

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} \mathbf{S}_1 & \mathbf{0}_{n_y \times n_u} & \dots & \mathbf{0}_{n_y \times n_u} \\ \mathbf{S}_2 & \mathbf{S}_1 & \dots & \mathbf{0}_{n_y \times n_u} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{S}_N & \mathbf{S}_{N-1} & \dots & \mathbf{S}_{N-N_u+1} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

gdzie każda z macierzy składowych ma wymiar  $n_y \times n_u$

$$\mathbf{S}_p = \begin{bmatrix} s_p^{1,1} & \dots & s_p^{1,n_u} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_p^{n_y,1} & \dots & s_p^{n_y,n_u} \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

gdzie  $p = 1, \dots, N$ . A więc macierz (2.5) ma wymiar  $n_y N \times n_u N_u$ .

### 2.4. Większe wyrażenia matematyczne

W przypadku długich wzorów nie należy korzystać z otoczenia `equation`, ponieważ wzór taki zwykle nie mieści się na stronie o przyjętej szerokości, np.

$$y(k) = b_1 u(k-1) + b_2 u(k-2) + b_3 u(k-3) + b_4 u(k-4) + b_5 u(k-5) - a_1 y(k-1) - a_2 y(k-2) - a_3 y(k-3) - a_4 y(k-4) - a_5 y(k-5) \quad (2.7)$$

Należy zastosować otoczenie `align`, co prowadzi do wzoru

$$\begin{aligned} y(k) = & b_1 u(k-1) + b_2 u(k-2) + b_3 u(k-3) + b_4 u(k-4) + b_5 u(k-5) \\ & - a_1 y(k-1) - a_2 y(k-2) - a_3 y(k-3) - a_4 y(k-4) - a_5 y(k-5) \end{aligned} \quad (2.8)$$

Nie stosujemy otoczenia `split` z powodu błędnego centrowania. Numer wzoru złożonego z wielu wierszy umieszczamy tylko w ostatnim wierszu.

### 3. Tabele

W praktyce bardzo często należy wyrównać liczby względem cyfr znaczących w poszczególnych kolumnach (czyli przecinek dziesiętny ma być we wszystkich wierszach tabeli umieszczony w tym samym miejscu w pionie). Do wyrównania liczb można wykorzystać pakiet `siunitx`, co zastosowano w tab. 3.3 (pakiety `rccol` oraz `dcolumn` mają mniejsze możliwości).

Jeżeli tabela jest szersza niż szerokość strony, należy zastosować otoczenie `sidewaystable` z pakietu `rotating`, co wykorzystano w tab. 3.4.

W zamieszczonych tabelkach wykorzystano polecenie `\rule` do wstawienia linii o zerowej szerokości do wierszy tabel, które są zbyt wąskie.

Jeżeli standardowa szerokość kolumn jest za mała, należy w dowolnym wierszu wstawić z obu stron zawartości komórki polecenia `\hspace{odległość}`, które zapewniają odpowiednią szerokość. Modyfikację taką zastosowano w drugiej kolumnie tab. 3.3.

Tab. 3.1. Porównanie liczby parametrów (LP) i dokładności (SSE) modeli

Model	LP	SSE <sub>ucz</sub>	SSE <sub>wer</sub>	SSE <sub>test</sub>
Liniowy	4	90,1815	70,7787	—
Neuronowy, $K = 1$	7	10,1649	10,3895	—
Neuronowy, $K = 2$	13	0,3282	0,3257	—
Neuronowy, $K = 3$	19	0,2014	0,1827	0,1468
Neuronowy, $K = 4$	25	0,1987	0,1906	—
Neuronowy, $K = 5$	31	0,1364	0,1971	—
Neuronowy, $K = 6$	37	0,1340	0,2044	—

Tab. 3.2. Porównanie liczby parametrów (LP) i dokładności (SSE) modeli

Model	LP	SSE <sub>ucz</sub>	SSE <sub>wer</sub>	SSE <sub>test</sub>
Liniowy	4	$9,1815 \cdot 10^1$	$7,7787 \cdot 10^1$	—
Neuronowy, $K = 1$	7	$1,1649 \cdot 10^1$	$1,3895 \cdot 10^1$	—
Neuronowy, $K = 2$	13	$3,2821 \cdot 10^{-1}$	$3,2568 \cdot 10^{-1}$	—
Neuronowy, $K = 3$	19	$2,0137 \cdot 10^{-1}$	$1,8273 \cdot 10^{-1}$	$1,4682 \cdot 10^{-1}$
Neuronowy, $K = 4$	25	$1,9868 \cdot 10^{-1}$	$1,9063 \cdot 10^{-1}$	—
Neuronowy, $K = 5$	31	$1,3642 \cdot 10^{-1}$	$1,9712 \cdot 10^{-1}$	—
Neuronowy, $K = 6$	37	$1,3404 \cdot 10^{-1}$	$2,0440 \cdot 10^{-1}$	—

Tab. 3.3. Porównanie złożoności obliczeniowej

Algorytm	$N$	$N_u = 1$	$N_u = 2$	$N_u = 3$	$N_u = 4$	$N_u = 5$	$N_u = 10$
NPL	5	0,40	0,53	0,85	1,29	1,92	—
NO	5	2,61	5,04	8,00	12,65	18,37	—
NO <sub>apr</sub>	5	2,47	4,32	7,98	15,25	26,53	—
NPL	10	0,63	0,79	1,14	1,62	2,31	9,13
NO	10	5,20	9,04	13,56	19,17	26,26	76,50
NO <sub>apr</sub>	10	4,38	7,58	12,63	20,09	31,77	154,15

Tab. 3.4. Porównanie złożoności obliczeniowej

Algorytm	$N$	$N_u = 1$	$N_u = 2$	$N_u = 3$	$N_u = 4$	$N_u = 5$	$N_u = 10$	$N_u = 15$	$N_u = 20$	$N_u = 30$
NPL	5	0,40	0,53	0,85	1,29	1,92	—	—	—	—
NO	5	2,61	5,04	8,00	12,65	18,37	—	—	—	—
NO <sub>apr</sub>	5	2,47	4,32	7,98	15,25	26,53	—	—	—	—

## 4. Rysunki

Wszystkie elementy dokumentu opracowanego w systemie  $\text{\LaTeX}$  powinny wyglądać jednolicie. Do wykonywania rysunków korzystamy więc z mechanizmów oferowanych przez dodatkowe pakiety  $\text{\LaTeX}$ a, nie dołączamy rysunków wykonanych jakościowo różnych, np. wykonanych w programie Word. Nie używamy rysunkach zapisanych w plikach bitmapowych, lecz w plikach wektorowych (pdf, ew. ps lub eps). Jedynym wyjątkiem są zdjęcia.

### 4.1. Schematy blokowe

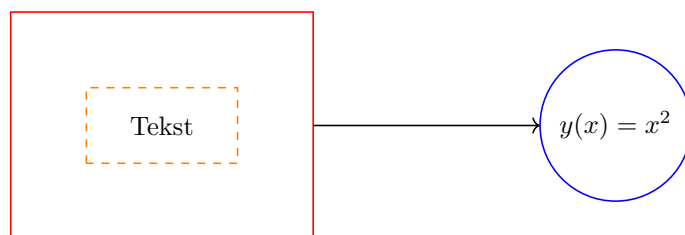
Do opracowania schematów blokowych najlepiej wykorzystać język opisu rysunków TikZ/PGF [3]. Przy wykonywaniu prostych rysunków po prostu opisujemy je za pomocą poleceń dodających kolejne elementy, tzn. prostokąty, okręgi, linie. Na przykład, ciąg poleceń:

```
\begin{figure}[b]
\centering
\begin{tikzpicture}
\draw [red, semithick] (0,0) rectangle (4,3);
\draw [orange, semithick,dashed] (1,1) rectangle (3,2);
\draw [->,semithick] (4,1.5) -- (7,1.5);
\draw [blue, semithick] (8,1.5) circle [radius=1];
\node at (2,1.5) {Tekst};
\node at (8,1.5) {$y(x)=x^2$};
\end{tikzpicture}
\end{figure}
```

pozwała narysować figury geometryczne przedstawione na rys. 4.1. Zwróćmy uwagę, że napis oraz wzór są złożone aktualnie wykorzystywaną czcionką, jej wielkość jest taka sama jak w całym dokumencie.

Przy większych rysunkach można wykorzystać programy umożliwiające ich przygotowanie przy wykorzystaniu środowiska graficznego, np. TikzEdt (<http://www.tikzedt.org/>), TpX (<http://tpx.sourceforge.net/>), ktikz (<https://www.linux-apps.com/p/1126914/>), GraTeX (<https://sourceforge.net/projects/gratex/>).

Można również wykorzystać starsze, klasyczne pakiety `picture`, `epic`, `eepic`. Również w tych przypadkach można „ręcznie” opisywać poszczególne elementy graficzne lub skorzystać ze środowiska graficznego, np.  $\text{\LaTeXPiX}$  (<http://latexpixmap.informer.com/>), które znacznie przyspiesza pracę. Inne narzędzia, umożliwiające opracowanie rysunków wysokiej jakości, to METAPOST oraz PSTricks.



Rys. 4.1. Tekst Przykładowy rysunek wykorzystany w języku TikZ/PGF



## 4.2. Funkcje statyczne

Do wykonywania wykresów prezentujących wyniki symulacji i eksperymentów stosuje się pakiet PGFPLOTS [1]. Załóżmy, że w katalogu `rysunki/dane_stat` znajduje się plik `dane_fx.txt` zawierający w pierwszej kolumnie wartości argumentu  $x$ , natomiast w drugiej kolumnie wartości funkcji  $f(x)$

```
-10.0000 -808.7350
-9.0000 -696.4791
-8.0000 -539.7850
-7.0000 -386.1268
-6.0000 -291.5881
-5.0000 -267.6436
-4.0000 -268.9551
-3.0000 -233.3995
-2.0000 -137.5303
-1.0000 -16.4788
  0      70.0000
 1.0000  94.1212
 2.0000  87.2697
 3.0000 112.8005
 4.0000 209.4449
 5.0000 357.3564
 6.0000 498.0119
 7.0000 589.6732
 8.0000 647.4150
 9.0000 730.9209
10.0000 891.2650
```

oraz podobny plik `dane_gx.txt`, definiujący funkcję  $g(x)$ . Aby narysować te funkcje stosuje się polecenia:

```
\begin{figure}[t]
\centering
\begin{tikzpicture}
\begin{axis}[
width=0.5\textwidth,
xmin=-10,xmax=10,ymin=-1000,ymax=1000,
xlabel={x},
ylabel={f(x), \ g(x)},
xtick={-10,-5,0,5,10},
ytick={-1000,-500,0,500,1000},
legend pos=south east,
y tick label style={/pgf/number format/1000 sep=},
]
\addplot[red, semithick] file {rysunki/dane_stat/dane_fx.txt};
\addplot[blue, semithick, densely dashed] file {rysunki/dane_stat/dane_gx.txt};
\legend{f(x), g(x)}
\end{axis}
\end{tikzpicture}
\caption{Przykładowy rysunek funkcji f(x) i g(x) wykonany
w języku \texttt{PGFPLOTS}}
\label{r_pgfpplots_funkcje}
\end{figure}
```

Otrzymany rezultat przedstawiono na rys. 4.2. Istnieje możliwość ustawienia wielkości czcionek liczb umieszczonych: na osiach (`tick label style`), w oznaczeniach osi (`label style`), w legendzie (`legend style`) oraz w tytule rysunku (`title style`). Przykładowa konfiguracja zmieniająca wielkość czcionek jest następująca:

```
\pgfplotsset{
tick label style={font=\tiny},
```

```
label style={font=\footnotesize},
legend style={font=\footnotesize},
title style={font=\footnotesize}
}
```

Opisany sposób implementacji rysunków jest poprawny, ale ma poważną wadę, ponieważ  $\text{\LaTeX}$  potrzebuje dość dużo czasu na ich przetworzenie. Okazuje się to dużym mankamentem szczególnie wówczas, gdy w dokumencie znajduje się dużo skomplikowanych rysunków. Skutecznym rozwiązaniem jest przygotowanie rysunków i zapis ich do plików pdf, a następnie dołączenie ich do głównego dokumentu poleceniem `\includegraphics`. Plik `zapisz_pdf_funkcje.tex`, umożliwiając zapisanie rysunku do pliku `funkcje.pdf`, znajduje się w katalogu `rysunki/zapisz_pdf` i ma następującą postać:

```
\documentclass[a4paper,11pt]{article}
\usepackage{pgfplots}
\usepackage{siunitx}
\sisetup{detect-weight,exponent-product=\cdot,output-decimal-marker={,},
per-mode=symbol,binary-units=true,range-phrase={-},range-units=single}
\SendSettingsToPgf
\usetikzlibrary{pgfplots.groupplots}
\pgfplotsset{compat=1.11}
\usepgfplotslibrary{external}
\tikzexternalize

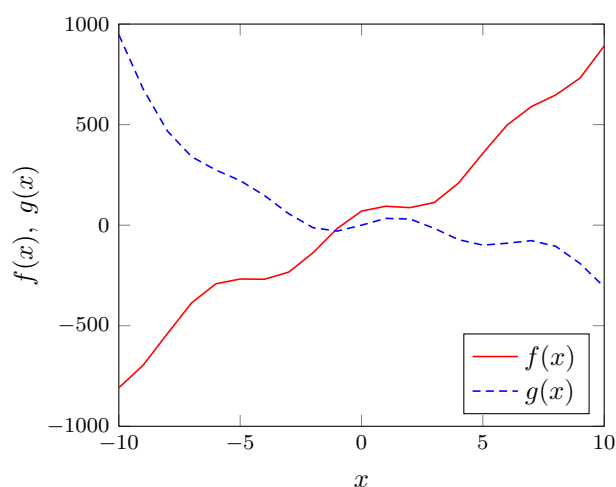
\textwidth 160mm \textheight 247mm

\pgfplotsset{width=\figurewidth,compat=1.11}
\pgfplotsset{
tick label style={font=\tiny},
label style={font=\footnotesize},
legend style={font=\footnotesize},
title style={font=\footnotesize}
}

\begin{document}

\tikzsetnextfilename{}

\begin{figure}[tb]
\tikzsetnextfilename{funkcje}
```



Rys. 4.2. Przykładowy rysunek funkcji  $f(x)$  i  $g(x)$  wykonany w języku PGFPLOTS (rysunek jest kompilowany przy każdym przetworzeniu pliku źródłowego)

```

\begin{tikzpicture}
\begin{axis}[
width=0.5\textwidth,
xmin=-10,xmax=10,ymin=-1000,ymax=1000,
xlabel={ $x$ },
ylabel={ $f(x)$ ,  $g(x)$ },
xtick={-10,-5,0,5,10},
ytick={-1000,-500,0,500,1000},
legend pos=south east,
]
\addplot[red,semithick] file {../dane_stat/dane_fx.txt};
\addplot[blue,semithick,densely dashed] file {../dane_stat/dane_gx.txt};
\legend{ $f(x)$ ,  $g(x)$ }
\end{axis}
\end{tikzpicture}
\end{figure}

\end{document}

```

Polecenie

```
pdflatex -shell-escape zapisz_pdf_funkcje.tex
```

zapisuje plik `funkcje.pdf`. Umieszczając wiele definicji rysunków w jednym pliku źródłowym można generować wiele rysunków w postaci plików `pdf`.

Przy dużych zbiorach danych L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X zgłasza błąd pamięci. Należy wówczas zastosować LuaL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Rysunek dołącza się do dokumentu ciągiem instrukcji:

```

\begin{figure}[tb]
\centering
\includegraphics[scale=1]{pgfplots_pdf/funkcje}
\caption{Przykładowy rysunek funkcji  $f(x)$  i  $g(x)$  wykonany
w języku \texttt{PGFPLOTS}}
\label{r_pgfplots_funkcje}
\end{figure}

```

Otrzymany rezultat przedstawiono na rys. 4.3. Oczywiście, rysunki 4.2 i 4.3 są bardzo podobne, jedyną różnicą jest wielkość czcionek.

Nie należy skalować rysunku, gdyż zmieni to wielkość zastosowanej czcionki. Jeżeli zachodzi konieczność zmiany wielkości rysunku, należy zmodyfikować plik źródłowy generujący rysunek.

Jeżeli rysunek jest szerszy niż szerokość strony, należy zastosować otoczenie `sidewaysfigure` z pakietu `rotating`, które działa analogicznie jak otoczenie `sidewaystable`.

W bardzo podobny sposób przygotowuje się rysunki trójwymiarowe [1].

### 4.3. Wyniki symulacji i eksperymentów

Załóżmy, że w katalogu `rysunki/symulacje11` znajduje się plik `yzad.txt` zawierający w pierwszej kolumnie pomiary czasu  $t$  (w sekundach), natomiast w drugiej kolumnie próbki sygnału wartości zadanej  $y^{\text{zad}}$ . Wykonano symulacje algorytmu regulacji GPC przy pięciu różnych wartościach parametru  $\lambda$ : 0,1, 0,2, 0,5, 1 i 2. Przebiegi sygnału sterującego  $u$  zapisano w plikach `u_lambda_0_1.txt`, `u_lambda_0_2.txt`, `u_lambda_0_5.txt`, `u_lambda_1.txt` i `u_lambda_2.txt`, natomiast przebiegi sygnału wyjściowego procesu  $y$  zapisano w plikach `y_lambda_0_1.txt`, `y_lambda_0_2.txt`, `y_lambda_0_5.txt`, `y_lambda_1.txt` i `y_lambda_2.txt`. Przygotowano plik `zapisz_pdf_symulacje11.tex`, umożliwiający zapisanie rysunku do pliku `symulacje11.pdf`. Znajduje się on w katalogu `rysunki/zapisz_pdf` i ma następującą postać:

```

\documentclass[a4paper,11pt]{article}
\usepackage{pgfplots}

```

```

\usepackage{siunitx}
\sisetup{detect-weight,exponent-product=\cdot,output-decimal-marker={,},
  per-mode=symbol,binary-units=true,range-phrase={-},range-units=single}
\SendSettingsToPgf
\usetikzlibrary{pgfplots.groupplots}
\pgfplotsset{compat=1.10}
\usepgfplotslibrary{external}
\tikzexternalize

\textwidth 160mm \textheight 247mm

\pgfplotsset{width=\figurewidth,compat=1.10}
\pgfplotsset{width=\figurewidth}
\pgfplotsset{
  tick label style={font=\tiny},
  label style={font=\footnotesize},
  legend style={font=\footnotesize},
  title style={font=\footnotesize},
}

\newcommand{\szer}{16cm}
\newcommand{\wys}{5.6cm}
\newcommand{\odstepionowy}{1.2cm}

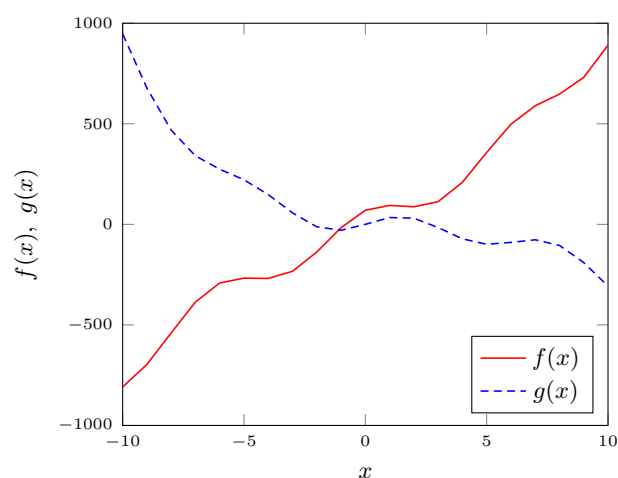
\definecolor{kolor4}{rgb}{0,0,0.1724}
\definecolor{kolor5}{rgb}{1.0000,0.1034,0.7241}
\definecolor{kolor6}{rgb}{1.0000,0.8276,0}

\begin{document}

\tikzsetnextfilename{}

\begin{figure}[tb]
\tikzsetnextfilename{symulacje11}
\begin{tikzpicture}
\begin{groupplot}[group style={group size=1 by 2,vertical sep=\odstepionowy},
width=\szer,height=\wys]
%%1
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-4.5,ymax=8.5,

```



Rys. 4.3. Przykładowy rysunek funkcji  $f(x)$  i  $g(x)$  wykonany w języku PGFPLOTS i zapisany w pliku funkcje.pdf

```

xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={-4,-2,0,2,4,8},
xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel=$u$,legend cell align=left,
legend pos=north east
\addplot[const plot,color=blue,semithick]
file {../symulacje11/u_lambda_0_1.txt};
\addplot[const plot,color=red,semithick,densely dashed]
file {../symulacje11/u_lambda_0_2.txt};
\addplot[const plot,color=green,semithick,densely dashdotted]
file {../symulacje11/u_lambda_0_5.txt};
\addplot[const plot,color=kolor4,semithick,densely dashdotdotted]
file {../symulacje11/u_lambda_1.txt};
\addplot[const plot,color=kolor5,semithick,densely dotted]
file {../symulacje11/u_lambda_2.txt};
\legend{$\lambda=\num{0.1}$,$\lambda=\num{0.2}$,$\lambda=\num{0.5}$,
        $\lambda=\num{1}$,$\lambda=\num{2}$}

%%2
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-1.25,ymax=2.25,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={-1,-0.5,0,0.5,1,1.5,2},
xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel={$y^{\mathrm{zad}}$, \ y$},
legend cell align=left,legend style={at={(axis cs:0.6,-0.3)},anchor=south west}]
\addplot[const plot,color=gray,thick]
file {../symulacje11/yzad.txt};
\addplot[color=blue,semithick]
file {../symulacje11/y_lambda_0_1.txt};
\addplot[const plot,color=red,semithick,densely dashed]
file {../symulacje11/y_lambda_0_2.txt};
\addplot[const plot,color=green,semithick,densely dashdotted]
file {../symulacje11/y_lambda_0_5.txt};
\addplot[const plot,color=kolor4,semithick,densely dashdotdotted]
file {../symulacje11/y_lambda_1.txt};
\addplot[const plot,color=kolor5,semithick,densely dotted]
file {../symulacje11/y_lambda_2.txt};
\legend{$y^{\mathrm{zad}}$,$\lambda=\num{0.1}$,$\lambda=\num{0.2}$,
        $\lambda=\num{0.5}$,$\lambda=\num{1}$,$\lambda=\num{2}$}
\end{groupplot}
\end{tikzpicture}
\end{figure}

\end{document}

```

Polecenie

```
pdflatex -shell-escape zapisz_pdf_symulacje11.tex
```

zapisuje plik `symulacje11.pdf`. Rysunek dołącza się do dokumentu instrukcją `\includegraphics`. Efekt przedstawiono na rys. 4.4. Zwróćmy uwagę, że do narysowania wyników symulacji dla kolejnych wartości parametru  $\lambda$  zastosowano różne kolory oraz różne style linii (linia ciągła, linia przerywana, itd.). Umożliwia to łatwe rozróżnienie dokumentów na czarno-białym wydruku. Przy wydruku kolorowym oraz dokumentach elektronicznych można zrezygnować ze stosowania różnych stylów linii, do ich rozróżnienia wystarczające są kolory, pod warunkiem jednak, że kolejne krzywe nie są położone bardzo blisko siebie.

Pakiet PGFPLOTS można skonfigurować w taki sposób, aby na osiach stosowane były liczby z przecinkiem dziesiętnym w miejsce kropki dziesiętnej [1].

Czasami ze względu na ograniczoną objętość dokumentu należy zmniejszyć rysunki. Aby zmniejszyć objętość można zastosować ułożenie poziome dwóch rysunków, prezentujących wyniki symulacji procesu. Przygotowano plik `zapisz_pdf_symulacje11_wersja2.tex`, umożliwiający zapisanie rysunku do pliku `symulacje11_wersja2.pdf`. Znajduje się on w katalogu `rysunki/zapisz_pdf` i ma następującą postać:

```
\documentclass[a4paper,11pt]{article}
```

```

\usepackage{pgfplots}
\usepackage{siunitx}
\sisetup{detect-weight,exponent-product=\cdot,output-decimal-marker={,},
         per-mode=symbol,binary-units=true,range-phrase={-},range-units=single}
\SendSettingsToPgf
\usetikzlibrary{pgfplots.groupplots}
\pgfplotsset{compat=1.11}
\usepgfplotslibrary{external}
\tikzexternalize

\textwidth 160mm \textheight 247mm

\pgfplotsset{width=\figurewidth,compat=1.11}
\pgfplotsset{
  tick label style={font=\tiny},
  label style={font=\footnotesize},
  legend style={font=\footnotesize},
  title style={font=\footnotesize}
}

%pdflatex -shell -escape zapisz_pdf_symulacje11_wersja2.tex

\newcommand{\szer}{8cm}
\newcommand{\wys}{5.6cm}
\newcommand{\odstepozioomy}{1.9cm}

\definecolor{kolor4}{rgb}{0,0,0.1724}
\definecolor{kolor5}{rgb}{1.0000,0.1034,0.7241}
\definecolor{kolor6}{rgb}{1.0000,0.8276,0}

\begin{document}

\tikzsetnextfilename{}

\begin{figure}[tb]
\tikzsetnextfilename{symulacje11_wersja2}
\begin{tikzpicture}
\begin{groupplot}[group style={group size=2 by 1,horizontal sep=\odstepozioomy},
width=\szer,height=\wys]
%%1
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-4.5,ymax=8.5,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={-4,-2,0,2,4,6,8},
xlabel=\$t \ (\mathrm{s})$,ylabel=\$u$,legend style={at={(0,1.15)},anchor=west},
legend columns=6,legend style={/tikz/every even column/.append style=
{column sep=1.5cm}}]
\addplot[const plot,color=blue,semithick]
file {../symulacje11/u_lambda_0_1.txt};
\addplot[const plot,color=red,semithick,densely dashed]
file {../symulacje11/u_lambda_0_2.txt};
\addplot[const plot,color=green,semithick,densely dashdotted]
file {../symulacje11/u_lambda_0_5.txt};
\addplot[const plot,color=kolor4,semithick,densely dashdotdotted]
file {../symulacje11/u_lambda_1.txt};
\addplot[const plot,color=kolor5,semithick,densely dotted]
file {../symulacje11/u_lambda_2.txt};
\legend{\$ \lambda=\num{0.1}\$, \$ \lambda=\num{0.2}\$, \$ \lambda=\num{0.5}\$,
        \$ \lambda=\num{1}\$, \$ \lambda=\num{2}\$}
%%2
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-1.25,ymax=2.25,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={-1,-0.5,0,0.5,1,1.5,2},
xlabel=\$t \ (\mathrm{s})$,ylabel={\$y^{\mathrm{zad}}}, \ y$,

```

```

legend cell align=left]
\addplot[const plot,color=gray,thick] file {../symulacje11/yzad.txt};
\addplot[color=blue,semithick] file {../symulacje11/y_lambda_0.1.txt};
\addplot[const plot,color=red,semithick,densely dashed]
file {../symulacje11/y_lambda_0.2.txt};
\addplot[const plot,color=green,semithick,densely dashdotted]
file {../symulacje11/y_lambda_0.5.txt};
\addplot[const plot,color=kolor4,semithick,densely dashdotdotted]
file {../symulacje11/y_lambda_1.txt};
\addplot[const plot,color=kolor5,semithick,densely dotted]
file {../symulacje11/y_lambda_2.txt};
\legend{$y^{\mathrm{zad}}$}
\end{groupplot}
\end{tikzpicture}
\end{figure}

\end{document}

```

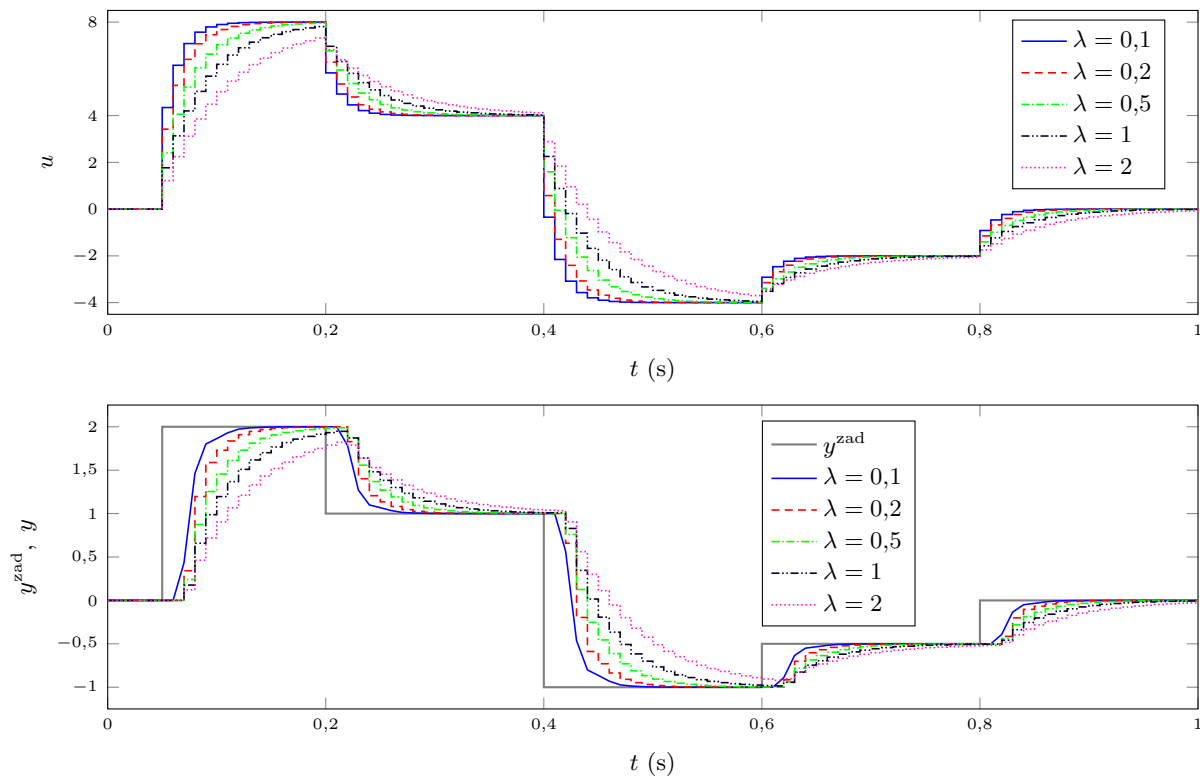
Rysunek dołącza się do dokumentu instrukcją `\includegraphics`. Efekt przedstawiono na rys. 4.5.

Założmy, że w katalogu `rysunki/symulacje22` znajdują się wyniki symulacji procesu o dwóch wejściach i dwóch wyjściach zapisane w plikach: `yzad1.txt`, `yzad2.txt`, `u1.txt`, `u2.txt`, `y1.txt`, `y2.txt`. W pierwszej kolumnie tych plików podano czas  $t$  (w sekundach), natomiast w drugiej kolumnie wartość odpowiedniej zmiennej. Plik `zapisz_pdf_symulacje22.tex`, umożliwiający zapisanie rysunku do pliku `symulacje22.pdf` znajduje się w katalogu `rysunki/zapisz_pdf` i ma następującą postać:

```

\documentclass[a4paper,11pt]{article}
\usepackage{pgfplots}
\usepackage{siunitx}

```



Rys. 4.4. Przykładowy rysunek wyników symulacji procesu jednowymiarowego wykonany w języku PGFPLOTS i zapisany w pliku `symulacje11.pdf`

```

\sisetup{detect-weight,exponent-product=\cdot,output-decimal-marker={,},
per-mode=symbol,binary-units=true,range-phrase={-},range-units=single}
\SendSettingsToPgf
\usetikzlibrary{pgfplots.groupplots}
\pgfplotsset{compat=1.11}
\usepgfplotslibrary{external}
\tikzexternalize

\textwidth 160mm \textheight 247mm

\pgfplotsset{width=\figurewidth,compat=1.11}
\pgfplotsset{
tick label style={font=\tiny},
label style={font=\footnotesize},
legend style={font=\footnotesize},
title style={font=\footnotesize}
}

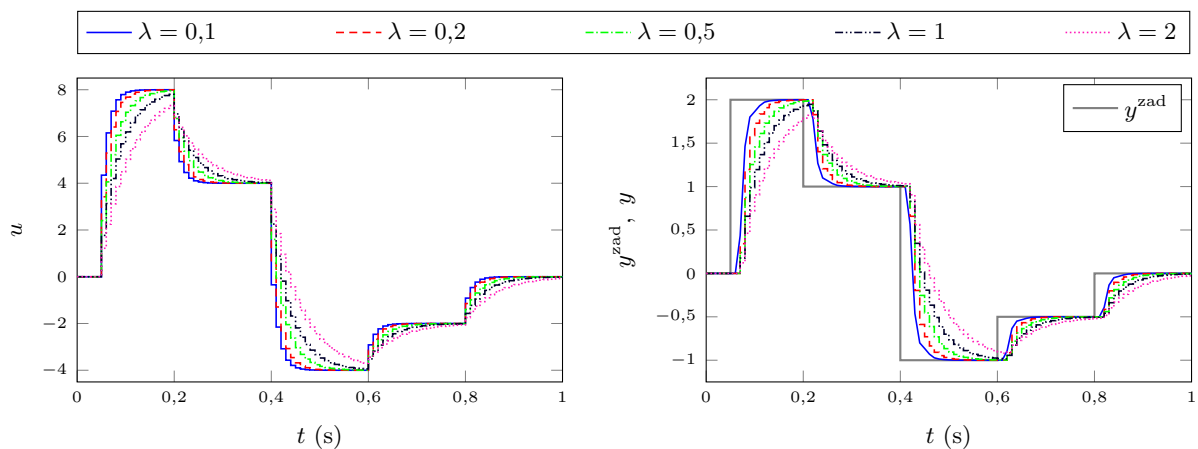
\newcommand{\szer}{16cm}
\newcommand{\wys}{6cm}
\newcommand{\odstepionowy}{1.2cm}

\begin{document}

\tikzsetnextfilename{}

\begin{figure}[tb]
\tikzsetnextfilename{symulacje22}
\begin{tikzpicture}
\begin{groupplot}[group style={group size=1 by 4,vertical sep=\odstepionowy},
width=\szer,height=\wys]
%%1
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-0.1,ymax=3,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={0,1,2,3},
xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel=$u_1$,legend cell align=left,
legend pos=north east]
\addplot[const plot,color=blue,semithick] file {../symulacje22/u1.txt};
%%2
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-0.5,ymax=1.5,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={-0.5,0,0.5,1,1.5},

```



Rys. 4.5. Przykładowy rysunek wyników symulacji procesu jednowymiarowego wykonany w języku PGFPLOTS i zapisany w pliku `symulacje11_wersja2.pdf`



```

xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel=$u_2$,legend cell align=left,
legend pos=north east]
\addplot[const plot,color=blue,semithick] file {../symulacje22/u2.txt};
%%3
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-0.25,ymax=1.5,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={0,0.5,1,1.5},
xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel={$y_1^{\mathrm{zad}}$, \ y_1$},
legend cell align=left,legend pos=north east]
\addplot[const plot,color=gray,thick] file {../symulacje22/yzad1.txt};
\addplot[color=blue,semithick] file {../symulacje22/y1.txt};
\legend{$y_1^{\mathrm{zad}}$, $y_1$}
%%4
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-0.25,ymax=1.5,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={0,0.5,1,1.5},
xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel={$y_2^{\mathrm{zad}}$, \ y_2$},
legend cell align=left,legend pos=north east]
\addplot[const plot,color=gray,thick] file {../symulacje22/yzad2.txt};
\addplot[color=blue,semithick] file {../symulacje22/y2.txt};
\legend{$y_2^{\mathrm{zad}}$, $y_2$}
\end{groupplot}
\end{tikzpicture}
\end{figure}

\end{document}

```

Rysunek dołącza się do dokumentu instrukcją `\includegraphics`. Efekt przedstawiono na rys. 4.6.

Aby zmniejszyć objętość można nieco inaczej ułożyć 4 rysunki, prezentujące wyniki symulacji procesu dwuwymiarowego. Przygotowano plik `zapisz_pdf_symulacje22_wersja2.tex`, umożliwiający zapisanie rysunku do pliku `symulacje22_wersja2.pdf`. Znajduje się on w katalogu `rysunki/zapisz_pdf` i ma następującą postać:

```

\documentclass[a4paper,11pt]{article}
\usepackage{pgfplots}
\usepackage{siunitx}
\sisetup{detect-weight,exponent-product=\cdot,output-decimal-marker={,},
per-mode=symbol,binary-units=true,range-phrase={-},range-units=single}
\SendSettingsToPgf
\usetikzlibrary{pgfplots.groupplots}
\pgfplotsset{compat=1.11}
\usepgfplotslibrary{external}
\tikzexternalize

\textwidth 160mm \textheight 247mm

\pgfplotsset{width=\figurewidth,compat=1.11}
\pgfplotsset{
tick label style={font=\tiny},
label style={font=\footnotesize},
legend style={font=\footnotesize},
title style={font=\footnotesize}
}

\newcommand{\szer}{8cm}
\newcommand{\wys}{5.6cm}
\newcommand{\odstepionowy}{1.2cm}
\newcommand{\odstepoziomy}{1.9cm}

\begin{document}

\tikzsetnextfilename{}

```

```

\begin{figure}[tb]
\tikzsetnextfilename{symulacje22_wersja2}
\begin{tikzpicture}
\begin{groupplot}[group style={group size=2 by 2,horizontal sep=\odstepoziomy,
    vertical sep=\odstepionowy},width=\szer,height=\wys]
%%1
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-0.1,ymax=3,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={0,1,2,3},
xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel=$u_1$,legend cell align=left,
legend pos=north east]
\addplot[const plot,color=blue,semithick] file {../symulacje22/u1.txt};
%%2
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-0.25,ymax=1.5,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={0,0.5,1,1.5},
xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel={$y_1^{\mathrm{zad}}$, \ y_1$},
legend cell align=left,legend pos=south east]
\addplot[const plot,color=gray,thick] file {../symulacje22/yzad1.txt};
\addplot[color=blue,semithick] file {../symulacje22/y1.txt};
\legend{$y_1^{\mathrm{zad}}$, $y_1$}
%%3
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-0.5,ymax=1.5,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={-0.5,0,0.5,1,1.5},
xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel=$u_2$,legend cell align=left,
legend pos=north east]
\addplot[const plot,color=blue,semithick] file {../symulacje22/u2.txt};
%%4
\nextgroupplot
[xmin=0,xmax=1,ymin=-0.25,ymax=1.5,
xtick={0,0.2,0.4,0.6,0.8,1},ytick={0,0.5,1,1.5},
xlabel=$t \ (\mathrm{s})$,ylabel={$y_2^{\mathrm{zad}}$, \ y_2$},
legend cell align=left,legend pos=south east]
\addplot[const plot,color=gray,thick] file {../symulacje22/yzad2.txt};
\addplot[color=blue,semithick] file {../symulacje22/y2.txt};
\legend{$y_2^{\mathrm{zad}}$, $y_2$}
\end{groupplot}
\end{tikzpicture}
\end{figure}

\end{document}

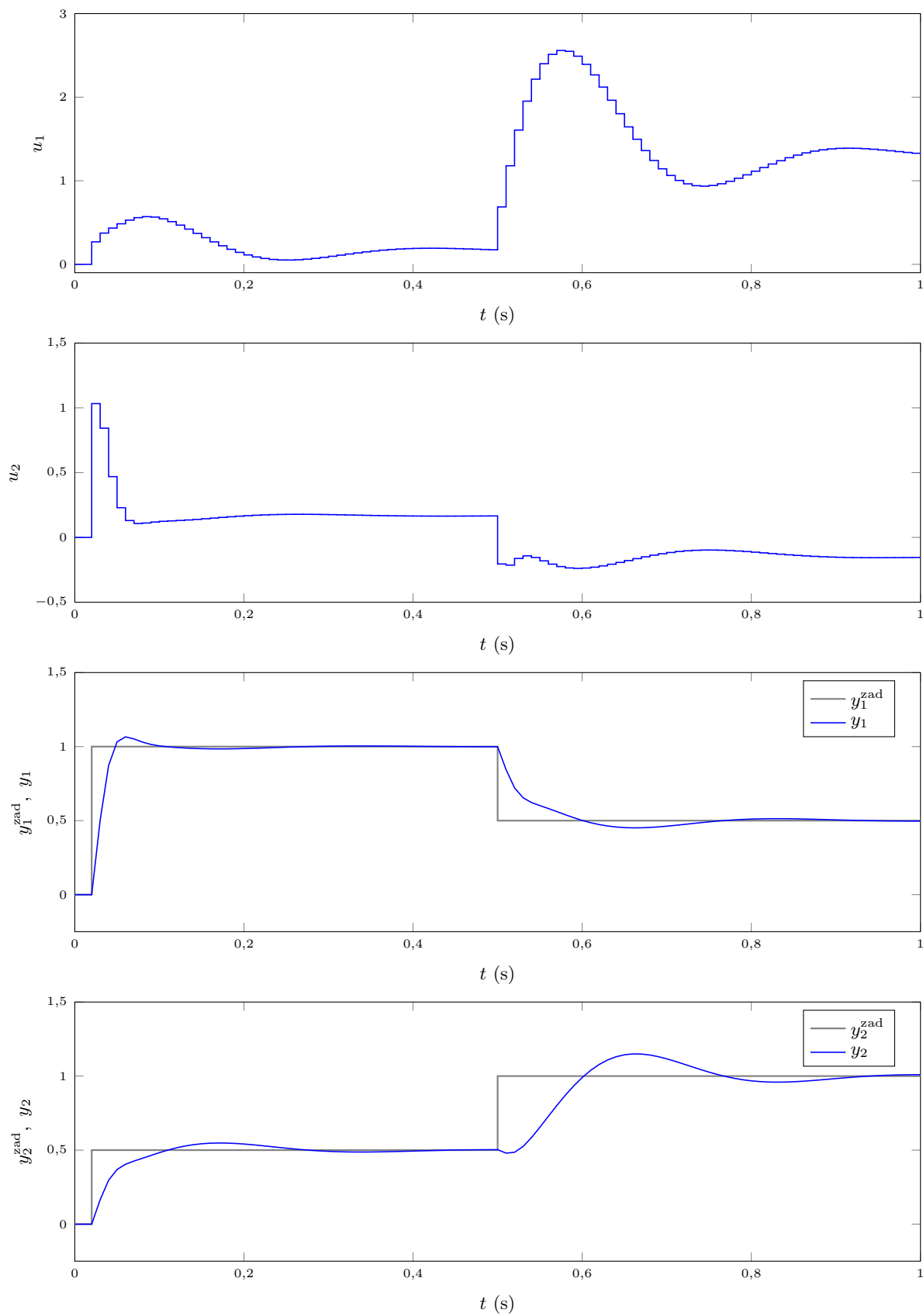
```

Rysunek dołącza się do dokumentu instrukcją `\includegraphics`. Efekt przedstawiono na rys. 4.7.

#### 4.4. Kolory

Przy umieszczaniu kilku wykresów na tym samym rysunku należy zastosować kolory różniące się od siebie w znacznym stopniu, nie można stosować kolorów podobnych, np. kilku odcieni tego samego koloru. Do generacji palety kolorów spełniającej takie wymagania można użyć funkcji `distinguishable_colors.m`, udostępnionej na stronie <https://www.mathworks.com/matlabcentral/>. Zestaw dwudziestu kolorów został przedstawiony na rys. 4.8. Ich definicja w paletce RGB jest następująca:

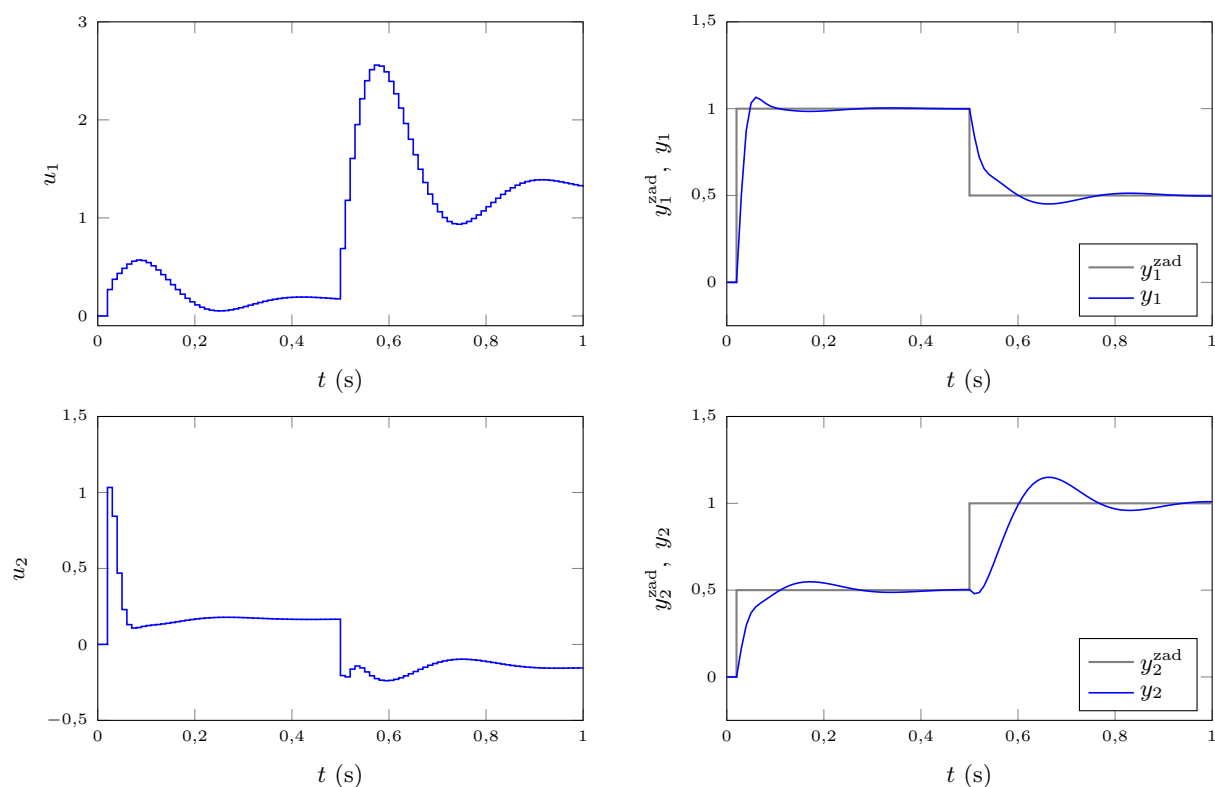
0	0	1.0000
1.0000	0	0
0	1.0000	0
0	0	0.1724
1.0000	0.1034	0.7241



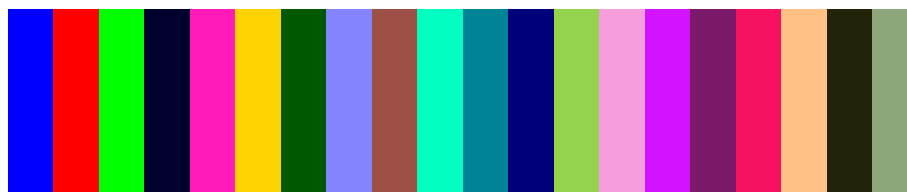
Rys. 4.6. Przykładowy rysunek wyników symulacji procesu dwuwymiarowego wykonany w języku PGFPLOTS i zapisany w pliku `symulacje22.pdf`

1.0000	0.8276	0
0	0.3448	0
0.5172	0.5172	1.0000
0.6207	0.3103	0.2759
0	1.0000	0.7586
0	0.5172	0.5862
0	0	0.4828
0.5862	0.8276	0.3103
0.9655	0.6207	0.8621
0.8276	0.0690	1.0000
0.4828	0.1034	0.4138
0.9655	0.0690	0.3793
1.0000	0.7586	0.5172
0.1379	0.1379	0.0345
0.5517	0.6552	0.4828

Oprócz kolorów standardowych oraz dodatkowych, które są zdefiniowane w pakiecie `xcolor`, własne kolory definiujemy poleceniem `\definecolor`. Na przykład, piąty kolor z zestawu definiujemy poleceniem `\definecolor{color5}{rgb}{1.0000,0.1034,0.7241}`, co umożliwia osiągnięcie następującego efektu.



Rys. 4.7. Przykładowy rysunek wyników symulacji procesu dwuwymiarowego wykonany w języku PGFPLOTS i zapisany w pliku `symulacje22_wersja2.pdf`



Rys. 4.8. Paleta 20 kolorów

#### 4.5. Lokalizacja rysunków (i tabel)

Wszystkie rysunki i tabele umieszczamy jako „pływające”, a więc w otoczeniu **figure** oraz **table** nie stosujemy opcji `[h]` i `[H]`. Aby uniknąć umieszczenia rysunków w tekście kolejnego rozdziału należy zastosować polecenie `\FloatBarrier` z pakietu **placeins**.

## 5. Listingi programów

Do zamieszczenia programów można zastosować otoczenie `verbatim`, ale znacznie większe możliwości oferuje pakiet `listings`. Przykładowy program w języku C ma postać:

```
//Hello World in C
#include <stdio.h>
int main (void)
{
    puts ("Hello World!");
    return 0;
}
```

natomiast przykładowy program w języku Matlab jest następujący:

```
%Hello World in Matlab
clear all;

disp('Hello World!');
```

## Bibliografia

- [1] C. Feuersänger: Manual for package PGFPLOTS. <ftp://ftp.gust.org.pl/TeX/graphics/pgf/contrib/pgfplots/doc/pgfplots.pdf>, 2016.
- [2] T. Oetiker, H. Partl, I. Hyna, E. Schlegl: Nie za krótkie wprowadzenie do systemu  $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ . <ftp://ftp.gust.org.pl/pub/CTAN/info/lshort/polish/lshort2e.pdf>, 2007.
- [3] T. Tantau: The TikZ and PGF Packages Manual for version 3.0.1a. <ftp://ftp.gust.org.pl/TeX/graphics/pgf/base/doc/pgfmanual.pdf>, 2015.
- [4] M. Woliński: Moje Własne CLaSy dokumentów dla  $\text{\LaTeX}$ a 2e <http://marcinwolinski.pl/mwcls.html>, 2013.
- [5] Wikibooks:  $\text{\LaTeX}$ . <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX>, 2017.

## A. Uwagi do wykonywania sprawozdań

### A.1. Kodowanie znaków

Aktualnie kodowanie znaków ustawione jest na cp1250 (czasem oznaczane jako windows-1250). Wiele programów dokonuje automatycznej analizy dokumentu otwieranego i na podstawie jego zawartości odgaduje jakie kodowanie powinno zostać zastosowane dla danego pliku. O ile przykładowo TeXstudio (dobre IDE na początek) nie ma problemów z automatycznym określeniem kodowania dla pliku `sprawozdanie_szablon.tex`, ponieważ rozpoznaje np. zawartą w nim linijkę `\usepackage[cp1250]{inputenc}`, o tyle pozostałe pliki tej linijki nie zawierają, co powoduje często błędnie odgadnięte kodowanie. Aby wskazać dla danego pliku jakie kodowanie ma zostać użyte, można wstawić na początku tego pliku linijkę o treści

```
% !TEX encoding = cp1250
```

która spowoduje wymuszenie użycia tego właśnie kodowania w tym pliku.

Oczywiście ewentualne przejście na kodowanie UTF-8 wymagać będzie:

- zmiany linijki `\usepackage[cp1250]{inputenc}` na `\usepackage[utf8]{inputenc}`,
- zmiany kodowania w poszczególnych plikach z kodowania cp1250 na UTF-8,
- ewentualną zmianę linijek `% !TEX encoding = cp1250` na `% !TEX encoding = utf8`.

Warto na koniec przekompilować wszelkie pliki, aby nie było problemów ze spójnością, a więc w szczególności wyrzucić wszystkie pliki o rozszerzeniu `.aux` i `.pdf`.

### A.2. Nie należy używać zwrotów w cudzysłowie i narzekań

Potrzeba użycia wyrażenia otoczonego znakami „ oraz ” (proszę nie stosować amerykańskiej formy cudzysłowiu!) sugeruje, że piszący nie zna poprawnego określenia opisywanego zjawiska. W takim wypadku należy zgłębić kłopotliwy temat lub w szczególności poprosić o pomoc prowadzącego.

Również należy unikać zrzucania winy za niewykonanie zadań na:

- ograniczony czas trwania laboratorium,
- błędy we własnym kodzie, których znalezienie trwało zbyt długo,
- zbyt dużą liczbę zadań do wykonania,
- niedziałający sprzęt,
- zaskakujące działanie programu, którego nikt się nie spodziewał,
- itp.

Jeśli mają Państwo jakieś problemy z oprogramowaniem/sprzętem, to należy to zgłosić prowadzącemu laboratorium. Nie mniej sprzęt jest testowany przed zajęciami – w tym aspekcie problemów być nie powinno.

Odwiedzanie prowadzącego w ramach konsultacji jest wysoce wskazane i zalecane. Warto korzystać także z kontaktu mailowego – wiele prostych problemów można rozwiązać tą drogą.

### A.3. Przecinki zamiast kropek i jednostki

Stosowanie języka polskiego wymusza na autorze sprawozdania przestrzeganie podstawowych zasad. Jedną z często ignorowanych reguł jest stosowanie przecinka zamiast kropki do oddzielenia



części całkowitej liczby rzeczywistej od jej części ułamkowej. Ma to duży wpływ na estetykę sprawozdania.

zapis w L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X	efekt	czy poprawne?
$\$12.345\$$	12.345	nie
$\$12,345\$$	12,345	nie
$\$\num{12.345}\$$	12,345	<b>tak</b>
$\$\num{12,345}\$$	12,345	<b>tak</b>

Ciekawe efekty pojawiają się przy wymienianiu różnych wartości parametrów w jednym zdaniu, np.

„Do testowania zastosowane zostały okresy próbkowania 0,01, 0,1, 1, 10 oraz 100 sekund.”

Przy okazji warto zwrócić uwagę na zapis jednostek:

zapis w L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X	efekt	czy poprawne?
$\$\num{12.345}\mu\text{ s}\$$	12,345 $\mu\text{s}$	nie
$\$\SI{12.345}{\micro\text{ s}}\$$	12,345 $\mu\text{s}$	<b>tak</b>
$\$\num{12.345}\ \mu\text{ s}\$$	12,345 $\mu\text{s}$	nie

Nawyk pisania kropek zamiast przecinków w liczbach rzeczywistych często wywodzi się ze stylu narzuconego przez język programowania i dlatego można go zachować tylko w listingach – w sprawozdaniu i na wykresie koniecznie należy stosować przecinki.

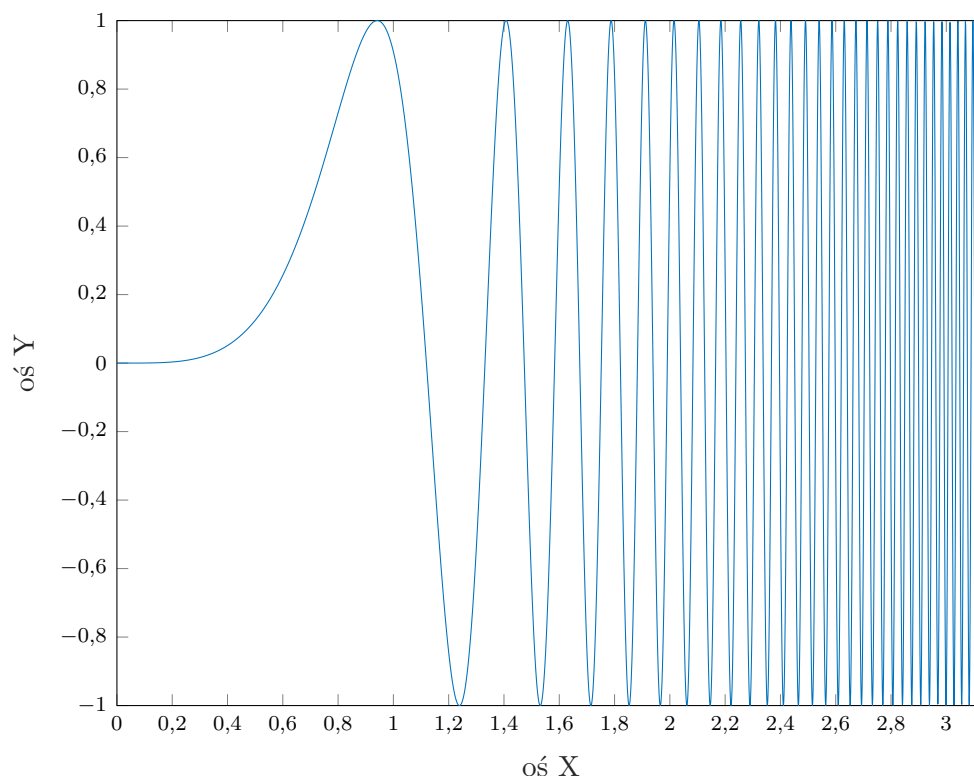
#### A.4. Prosty eksport wykresów: matlab2tikz

Poprzez wywołanie skryptu:

```
x = 0:.001:pi;
y = sin(2*x.^4);

plot(x,y);
xlim([min(x) max(x)]);
xlabel('oś X');
ylabel('oś Y');
matlab2tikz('wykres_tex.tex','showInfo', false);
```

a następnie użycie w L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-u polecenia `\input{./skrypty/wykres_tex.tex}` powoduje wstawienie gotowego wykresu:



Warto zauważyć, że mimo, iż w MATLAB-ie znakiem oddzielającym część całkowitą od części ułamkowej jest kropka, to w sprawozdaniu zastąpiona ona została przecinkiem. Jest to wynikiem działania jednej z linijek znajdujących się w preambule, które na stałe konfiguruje pakiet PGFPlots tak, aby przy każdej możliwej okazji liczby formatował zgodnie z polskimi standardami.

Aby osiągnąć powyższy efekt należy zaopatrzyć się skrypt dostępny pod adresem: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/22022-matlab2tikz-matlab2tikz> a następnie przenieść zawartość znajdującego się w ściągniętej paczce katalogu `src` do katalogu, gdzie MATLAB będzie mógł go odnaleźć. Warto utworzyć katalog `<MATLAB_ROOT>/toolbox/matlab2tikz` (gdzie `<MATLAB_ROOT>` jest ścieżką do katalogu gdzie zainstalowany jest MATLAB), skopiować doń zawartość katalogu `src`, a następnie dodać powyższy katalog do listy ścieżek MATLAB-a (np. klikając zakładkę `HOME` i przycisk `SetPath` w MATLAB-ie).

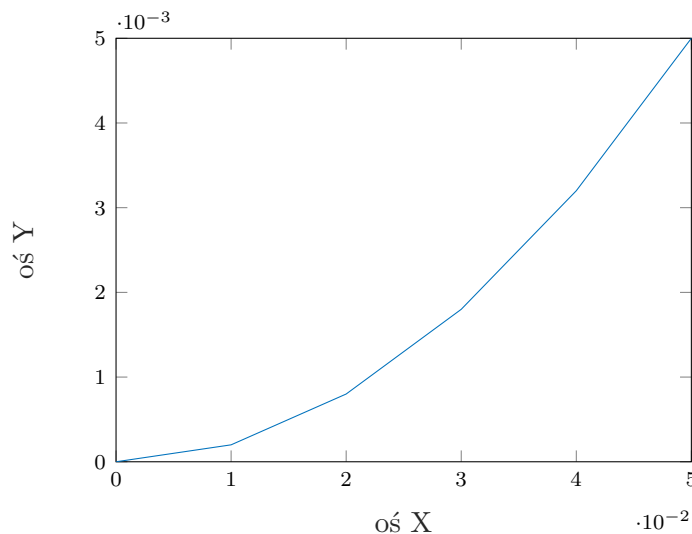
**UWAGA:** MATLAB 2017b automatycznie dodaje do wykresów legendę (MATLAB 2017a tego nie robi). Dla zainteresowanych rozwiązaniem tego problemu, link <https://github.com/matlab2tikz/matlab2tikz/issues/1006>

## A.5. Wstawianie kodu programu i jego zasadność

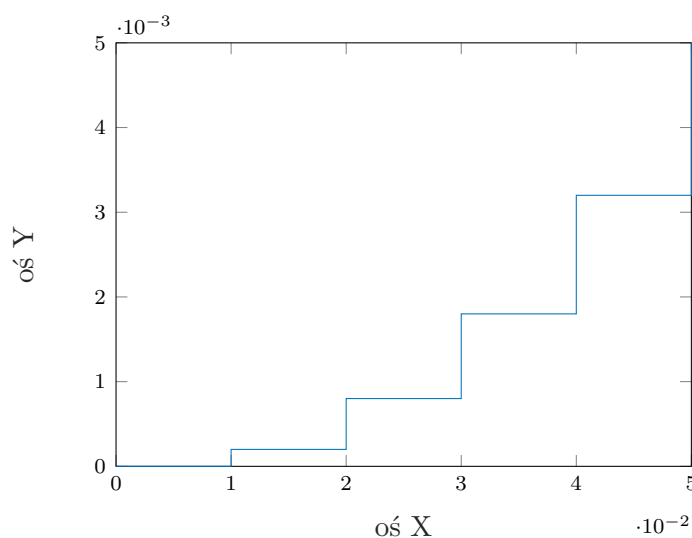
Kod programu będącego implementacją algorytmu wykorzystanego do realizacji zadań laboratoryjnych lub projektowych musi być dobrze opisany. Opis kodu może być zawarty w komentarzach będących częścią listingu lub zostać dodany jako osobny fragment tekstu. Podstawą oceny jest sprawozdanie, w związku z czym kod dołączony do sprawozdania w postaci osobnych plików często nie jest czytany – jego treść służy najczęściej do ustalenia samodzielności pracy.

### A.6. Warunki stosowania plot i stairs

**plot** – łączy kolejne punkty odcinkiem. Wykorzystuje się przy prezentacji wyników, których pomiar dokonywany jest w dyskretnych chwilach, lecz wartości sygnału zmieniają się w sposób ciągły a nie skokowy. Przykład: wykres przebiegu pozycji obiektu w czasie.



**stairs** – łączy kolejne punkty odcinkami równoległymi do osi. Wykorzystuje się przy prezentacji wyników, których pomiar dokonywany jest w dyskretnych chwilach, lecz wartości sygnału zmieniają się w sposób skokowy a nie ciągły. Przykład: wykres sygnału okresowo zmieniającego się generowanego przez sterownik programowalny.



### A.7. Dodatkowe uwagi do wykresach

Umiejętność prezentacji wyników rzutuje na to jak sprawozdanie zostanie odebrane i w szczególności zrozumiane. W związku z tym:

- aby porównać przebiegi czasowe można wyświetlić wiele przebiegów na jednym wykresie – pod warunkiem, że dotyczą tego samego sygnału lub sygnałów porównywalnych ze sobą (np. różne przebiegi sygnału wyjściowego w zależności od zastosowanego parametru),
- aby porównać przebiegi czasowe można wyświetlić je jeden nad drugim na różnych wykresach – pod warunkiem, że skala czasu jest identyczna, a skala osi pionowej jest różna na obu wykresach.

Kombinacje oraz inne podejścia są oczywiście również dopuszczalne – należy jednak mieć na uwadze, że najistotniejsza jest tutaj czytelność. Czytelnik nie może domyślać się intencji autora – należy założyć, że zawsze domyśli się ich niepoprawnie.

Proszę nie obawiać się, że sprawozdanie będzie zbyt długie – nie są one drukowane, a sprawdzający nie studiuje każdego rysunku z osobna. Zamieszczenie nadmiarowych rysunków często jest bardziej opłacalne niż zaprezentowanie zbyt małej ich liczby – skutkuje to brakiem istotnych informacji (wykresów) w sprawozdaniu. Także jeśli wykresy są do siebie podobne, to warto je zaprezentować – wskazanie skrajnych podobieństw wykresów jest często bardzo istotnym wnioskiem.

## A.8. Przeprowadzanie eksperymentów

Eksperymenty przed ich przeprowadzeniem powinny zostać zaplanowane. Jeśli etap planowania zostanie pominięty może spowodować, że zabraknie czasu na realizację wszystkich zadań w ramach laboratorium. Plan eksperymentu powinien także uwzględniać określenie oczekiwanych rezultatów lub celów, np.:

**Przebieg eksperymentu:** Wykonanie pojedynczej skokowej zmiany wartości sterowania.

**Oczekiwany rezultat:** Pomiary sygnału wyjściowego będące podstawą do wyznaczenia odpowiedzi skokowej. Pomiary powinny ustabilizować się po skończonej liczbie pomiarów.

W sprawozdaniu nie ma potrzeby wypisywania eksperymentów tak jak wyżej, lecz dla usprawnienia własnej pracy warto przygotować sobie takie uproszczone opisy.

## A.9. Krytyczne podejście do omówienia wyników

Podstawowym celem tych zajęć jest implementacja teoretycznie wspaniałych algorytmów regulacji do rzeczywistych obiektów. Spodziewać się więc należy, że teoria nie zawsze będzie doskonale pokrywała się z praktyką. W takich sytuacjach należy wskazać rozbieżność i wyciągnąć wnioski z czego ona wynika. Ignorowanie zaskakujących rezultatów jest niedopuszczalne.

Wszelkie zadania zawierające słowo „zaimplementuj” wymagają omówienia implementacji, a nie zdania „Zostało zaimplementowane.” Wszelkie zadania zawierające słowo „dobierz” wymagają omówienia sposobu doboru wartości i w szczególności ich oceny pozwalającej na porównania ich z pozostałymi wartościami.

## A.10. Nieustanna archiwizacja i oddelegowana w czasie analizy

Warto mieć świadomość z istnienia w MATLAB-ie funkcji o nazwie `save`, która zapisuje wszystkie istniejące w chwili zapisu zmienne do pliku MATLAB-owego. Pozwala to przede wszystkim na lepszą organizację pracy – na laboratorium należy przeprowadzić eksperymenty i zebrać wyniki, a ich analizę warto odłożyć na czas po laboratorium. W szczególności warto sprawdzić czy uzyskane wyniki pokrywają się z rezultatami osiągniętymi w ramach projektu – oczywiście mowa o zależnościach i relacjach a nie o dokładnych wartościach.

## A.11. Omówienie wyników a dobieranie parametrów

Proszę nie poświęcać przesadnie dużo czasu na poszukiwanie idealnych parametrów algorytmu regulacji. Pierwszym powodem jest to, że takich najczęściej nie ma, a drugim jest fakt, iż nie jest tak bardzo istotna jakość regulacji osiągnięta w ramach Państwa poszukiwań, a raczej zastosowana metodologia i ogólnie rozumiane podejście. Bardziej wartościowe jest omówienie

ewentualnych dalszych kroków mających na celu znalezienie lepszych parametrów regulacji niż faktyczne ich poszukiwanie. Proszę jednak rozsądnie dobierać liczbę eksperymentów, po której Państwo przerwą poszukiwania – oczywistym jest, że jeden eksperyment to za mało, żeby mówić o jakiegokolwiek tendencji, na podstawie której możnaby wyciągać wnioski o dalszych krokach, natomiast 100 eksperymentów to zdecydowanie za wiele.