



Politechnika Białostocka
Wydział Elektryczny
Katedra Elektrotechniki Teoretycznej i Metrologii

Instrukcja
do pracowni specjalistycznej z przedmiotu

Technologie Informacyjne

MATLAB CZ. 1 OPERACJE ARYTMETYCZNE NA LICZBACH RZECZYWISTYCH I ZESPOLONYCH

Numer ćwiczenia

TI10

Autor:
dr inż. Jarosław Forenc

Białystok 2016

Spis treści

1. Opis stanowiska	3
1.1. Stosowana aparatura	3
1.2. Oprogramowanie	3
2. Wstęp teoretyczny	3
2.1. Wiadomości ogólne o programie Matlab	3
2.2. Praca z programem Matlab	4
2.3. Wprowadzanie poleceń, zmiennych i liczb	5
2.4. Operatory i wyrażenia arytmetyczne	9
2.5. Stałe matematyczne	10
2.6. Funkcje matematyczne	10
2.7. Inne polecenia	12
3. Przebieg ćwiczenia	14
4. Literatura	15
5. Zagadnienia na zaliczenie	16
6. Wymagania BHP	16

Materiały dydaktyczne przeznaczone dla studentów Wydziału Elektrycznego PB.

© Wydział Elektryczny, Politechnika Białostocka, 2016 (wersja 1.1)

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej publikacji nie może być kopiowana i odtwarzana w jakiegokolwiek formie i przy użyciu jakichkolwiek środków bez zgody posiadacza praw autorskich.

1. Opis stanowiska

1.1. Stosowana aparatura

Podczas zajęć wykorzystywany jest komputer klasy PC z systemem operacyjnym Microsoft Windows (XP/Vista/7).

1.2. Oprogramowanie

Na komputerach zainstalowane jest środowisko Matlab R2007b (Version 7.5.0.342), classroom license.

2. Wstęp teoretyczny

2.1. Wiadomości ogólne o programie Matlab

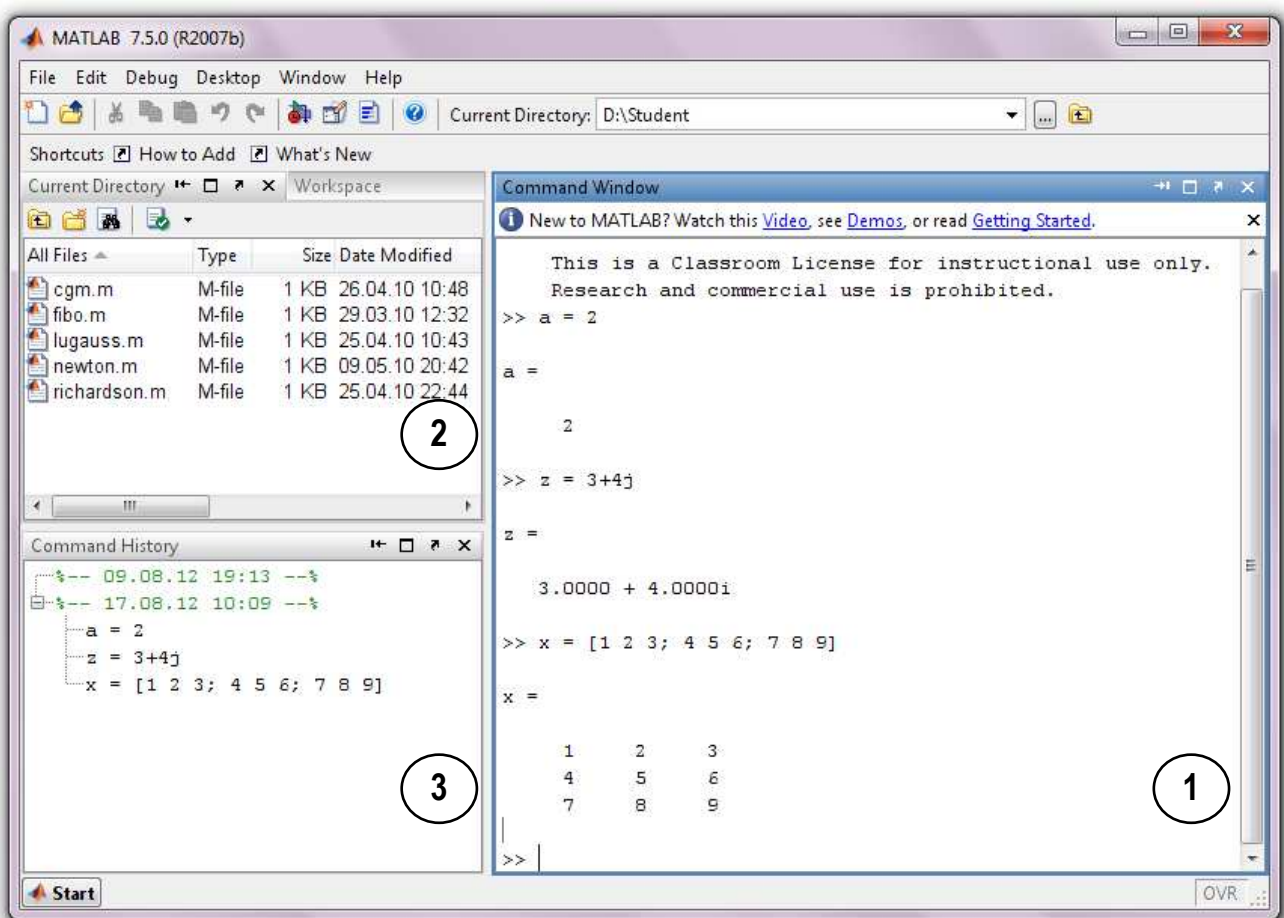
Matlab jest interakcyjnym środowiskiem do wykonywania naukowych i inżynierskich obliczeń oraz do wizualizacji danych. Nazwa **MATLAB** pochodzi od słów **MATrix LABoratory**. Podstawowe cechy środowiska:

- język programowania wysokiego poziomu,
- podstawowy typ danych to macierz rzeczywista lub zespolona (dwuwymiarowa tablica dynamiczna o nieokreślonej z góry liczbie elementów), skalary traktowane są jako macierze o rozmiarze 1×1 ,
- zmienne przechowywane są w przestrzeni roboczej i dostępne są poprzez nazwę,
- brak deklaracji zmiennych oraz określania ich rozmiaru,
- dwa tryby pracy: **interaktywny - bezpośredni** (wpisanie i wykonanie jednego lub kilku poleceń w linii poleceń programu) i **wsadowy - pośredni** (wykonanie *m-pliku*, będącego niesformatowanym plikiem tekstowym zawierającym sekwencje poleceń Matlaba),
- rozróżnianie wielkości liter (standardowe polecenia pakietu pisane są zawsze małymi literami, natomiast w systemie pomocy - wielkimi).

W skład środowiska Matlab wchodzi m.in.: program **Matlab**, **Simulink** - interaktywny pakiet do modelowania i symulacji układów dynamicznych, **Toolboxy** - wyspecjalizowane pakiety oprogramowania (np. *Control System Toolbox* - projektowanie układów sterowania, *Optimization Toolbox* - metody optymalizacji, *Neural Network Toolbox* - sieci neuronowe) oraz dodatkowe narzędzia.

2.2. Praca z programem Matlab

Po uruchomieniu środowiska standardowo wyświetlane jest okno główne programu składające się z trzech części (Rys. 1).



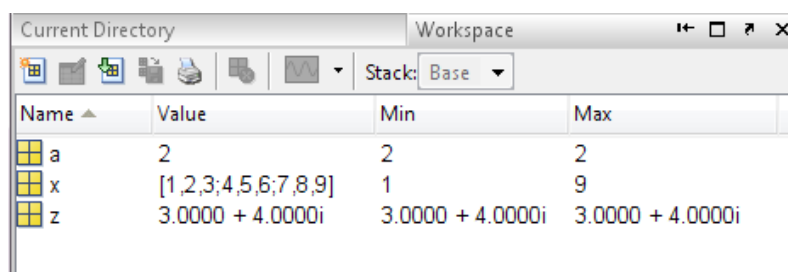
Rys. 1. Okno główne programu Matlab

1 - okno poleceń (*Command Window*) - służy do wprowadzania poleceń, pojawiają się w nim wyniki obliczeń i komunikaty o błędach,

2 - okno składające się z dwóch zakładek:

okno bieżącego katalogu (*Current Directory*) - wyświetla pliki znajdujące się w bieżącym katalogu,

okno przestrzeni roboczej (*Workspace*) - wyświetla listę zmiennych utworzonych w programie podając standardowo ich nazwy oraz wartości,



Rys. 2. Okno przestrzeni roboczej

3 - okno historii poleceń (*Command History*) - wyświetla polecenia wpisywane przez użytkownika w oknie poleceń, dwukrotne kliknięcie wybranego polecenia powoduje ponowne jego wykonanie.

2.3. Wprowadzanie poleceń, zmiennych i liczb

Wszystkie polecenia w Matlabie wprowadzane są w oknie poleceń po znaku zachęty (>>) i zatwierdzane klawiszem **Enter**.

>> help <Enter>

help	system pomocy, wyświetla w oknie poleceń listę katalogów Matlab'a wraz z ich opisem w formacie <i>katalog\temat</i>
help temat	podaje listę wszystkich poleceń odnoszących się do danej grupy, np. help general - polecenia ogólne, help ops - operatory i specjalne znaki
help polecenie	wyświetla pomoc dla konkretnego polecenia, np. help who (uwaga: podczas wyświetlania informacji o danym poleceniu jego nazwa wyświetlana jest wielkimi literami)
helpwin	uruchamia pomoc w postaci programu systemu Windows
lookfor słowo	wyszukuje polecenia, w opisie których występuje słowo ; wyświetla nazwę polecenia wraz z pierwszym wierszem jego opisu

Wszystkie wartości w Matlabie przechowywane są w **zmiennych**. Wprowadzając zmienną należy podać jej nazwę, znak równości, a następnie jej wartość:

```
>> a = 2 <Enter>
```

a - nazwa zmiennej (musi rozpoczynać się literą i może składać się z dowolnej liczby liter, cyfr i znaków podkreślenia; rozpoznawalnych jest tylko 31 pierwszych znaków). Potwierdzeniem wykonania polecenia jest wyświetlenie nazwy zmiennej i jej nowej wartości:

```
a =  
    2
```

Pomiędzy nazwą zmiennej a znakiem równości oraz znakiem równości a wartością zmiennej może znajdować się dowolna liczba spacji. Jeśli na końcu polecenia umieścimy znak średnika, to potwierdzenie nie będzie wyświetlane, zaś zmienna zostanie umieszczona w przestrzeni roboczej, np.

```
>> b = -3;
```

Jeśli chcemy sprawdzić wartość zmiennej, to wpisujemy w oknie poleceń tylko jej nazwę:

```
>> a  
a =  
    2
```

Jeśli wpisujemy polecenie Matlabu nie określając nazwy zmiennej wynikowej, to wynik operacji będzie przechowywany w standardowej zmiennej roboczej **ans** (funkcja **sqrt** oblicza pierwiastek kwadratowy).

```
>> sqrt(a)  
ans =  
    1.4142
```

Jeśli polecenie nie mieści się w jednym wierszu to można na jego końcu napisać trzy kropki a dalszą część polecenia w następnym wierszu. W jednym wierszu można podać kilka poleceń oddzielając je od siebie średnikami (bez wyświetlania wyników poleceń) lub przecinkami (z wyświetlaniem wyników poleceń).

```
>> a = 1; b = 2; c = 3;
>> a = 1, b = 2, c = 3

a =
    1

b =
    2

c =
    3
```

Liczby w Matlabie można wpisywać w postaci:

- stałopozycyjnej (używając opcjonalnie znaku + lub - oraz kropki dziesiętnej), np.

```
-14,57          >> c = -14.57
```

- zmiennopozycyjnej (z użyciem znaku e lub E poprzedzającego wykładnik potęgi 10), np.

```
-7,351·106      >> d = -7.351e6
5,43·10-4       >> d = 5.43E-4
```

Liczby zespolone można wprowadzać używając symbolu i lub j:

```
>> z = 3 + 4i
lub
>> z = 3 + 4j
lub
>> z = 3 + 4*i
lub
>> z = 3 + 4*j
```

Przy wyświetlaniu części urojonej zawsze występuje i.

```
z =
    3.0000 + 4.0000i
```

Zmiennym można przypisywać także **łańcuchy znaków**, tekst umieszczany jest wtedy w apostrofach:

```
>> napis = 'to jest tekst';
```

Do wyświetlenia tekstu lub zmiennej zawierającej znaki służy polecenie **disp**.

```
>> disp('fragment tekstu');
```

```
>> disp(napis);
```

Do zmiany sposobu wyświetlania liczb używane jest polecenie **format**. Polecenie to zmienia tylko sposób wyświetlania liczb, nie ma natomiast wpływu na dokładność obliczeń, gdyż są one zawsze wykonywane na liczbach podwójnej precyzji (**double**). W poniższej tabeli zestawiono podstawowe opcje polecenia **format**.

format short	5 cyfr, reprezentacja stałopozycyjna
format short e	5 cyfr, reprezentacja zmiennopozycyjna
format short g	5 cyfr, reprezentacja stałopozycyjna lub zmiennopozycyjna
format long	15 cyfr, reprezentacja stałopozycyjna
format long e	15 cyfr, reprezentacja zmiennopozycyjna
format long g	15 cyfr, reprezentacja stałopozycyjna lub zmiennopozycyjna
format rat	wypisywanie liczb w postaci ułamka zwykłego
format hex	liczba w szesnastkowym systemie liczbowym
format bank	format walutowy, dwie cyfry po kropce
format +	wyświetla znak + dla liczb dodatnich, - dla liczb ujemnych i spację dla zera
format	powrót do standardowych ustawień

Poniższa tabela przedstawia efekty działania polecenia **format** dla liczby **14,576**.

format short	14.5760
format short e	1.4576e+001
format short g	14.576
format long	14.5760000000000001
format long e	1.4576000000000000e+001
format long g	14.576
format rat	1822/125
format hex	402d26e978d4fdf4

format bank	14.58
format +	+
format	14.5760

Przy wyświetlaniu nazw i wartości zmiennych Matlab dodaje dodatkowe puste wiersze. Do ich usunięcia można wykorzystać polecenie **format**.

format compact	pomija dodatkowe puste wiersze
format loose	przywraca dodatkowe puste wiersze

2.4. Operatory i wyrażenia arytmetyczne

W Matlabie stosowanych jest pięć podstawowych operatorów arytmetycznych:

- dodawanie, znak: **+**
- odejmowanie, znak: **-**
- mnożenie, znak: *****
- dzielenie, znak: **/**
- potęgowanie, znak: **^**

W wyrażeniach arytmetycznych mogą występować także wielokrotne nawiasy zwykłe, np.

$$\frac{0,963^{1,5} - \sqrt[7]{361}}{2,65^{1,5}}$$

```
>> (0.963^1.5-361^(1/7))/2.65^1.5
ans =
-0.3186
```

$$\sqrt[3]{1,03} + \sqrt[4]{0,98} - 1$$

```
>> 1.03^(1/3) + (0.98)^(1/4) - 1
ans =
1.0049
```

Jeżeli wyrażenie arytmetyczne (lub inne polecenie Matlab) jest bardzo długie i nie mieści się w jednym wierszu, to na jego końcu można wstawić trzy kropki i kontynuować wprowadzanie polecenia w nowym wierszu.

```
>> (0.963^1.5-361^(1/7)) ...
     /2.65^1.5
```

```
ans =
     -0.3186
```

2.5. Stałe matematyczne

Stałe matematyczne przechowują charakterystyczne wartości. Należą do nich:

- **pi** - wartość liczby π ,
- **inf** - nieskończoność,
- **eps** - względna dokładność zmiennoprzecinkowa ($\text{eps} = 2^{-52}$),
- **NaN** - symbol nieoznaczony, tzw. nie-liczba (Not a Number).

2.6. Funkcje matematyczne

Argumentami funkcji matematycznych mogą być liczby (w tym zespolone) lub macierze. W przypadku macierzy operacje wykonywane są oddzielnie na każdym elemencie macierzy. Podstawowe funkcje matematyczne zestawiono poniżej.

sin(x) tan(x)	cos(x) cot(x)	funkcje trygonometryczne: sinus, cosinus, tangens, cotangens; argument x podawany jest w radianach (można wykorzystać stałą pi określającą liczbę π)
sind(x) tand(x)	cosd(x) cotd(x)	funkcje trygonometryczne: sinus, cosinus, tangens, cotangens; argument x podawany jest w stopniach
sinh(x) tanh(x)	cosh(x) coth(x)	funkcje hiperboliczne, argument x podawany jest w radianach
asin(x) atan(x)	acos(x) acot(x)	funkcje cyklometryczne, wynik podawany jest w radianach
asinh(x) acosh(x) atanh(x)		funkcje odwrotne do hiperbolicznych, wynik podawany jest w radianach
sqrt(x)		\sqrt{x} - pierwiastek kwadratowy, jeśli $x < 0$ to wynik jest zespolony
nthroot(x, n)		$\sqrt[n]{x}$ - pierwiastek n-tego stopnia

exp (x)	e^x
log (x)	$\ln x$ - logarytm naturalny, jeśli $x < 0$ to wynik jest zespolony
log2 (x)	$\log_2(x)$ - logarytm o podstawie 2, jeśli $x < 0$ to wynik jest zespolony
log10 (x)	$\log_{10}(x)$ - logarytm dziesiętny, jeśli $x < 0$ to wynik jest zespolony
abs (x)	wartość bezwzględna lub moduł liczby zespolonej x
angle (x)	argument liczby zespolonej x
real (x)	część rzeczywista liczby zespolonej x
imag (x)	część urojona liczby zespolonej x
conj (x)	liczba zespolona sprzężona
complex (x, y)	utworzenie liczby zespolonej, x - część rzeczywista, y - część urojona
ceil (x)	zaokrąglenie liczby x w górę
floor (x)	zaokrąglenie liczby x w dół
fix (x)	zaokrąglenie liczby x dodatniej w dół, ujemnej w górę
round (x)	zaokrąglenie liczby x do najbliższej liczby całkowitej
rem (x, y) mod (x, y)	reszta z dzielenia x przez y
sign (x)	znak liczby, zwraca 1 dla $x > 0$, 0 dla $x = 0$ i -1 dla $x < 0$
factorial (x)	$x!$, silnia liczby x

Wszystkie funkcje i polecenia Matlabu dzielą się na:

- **wbudowane** - będące częścią jądra pakietu (np. **sqrt**),
- **implementowane w tzw. m-plikach** - przechowywane w odpowiednich plikach z rozszerzeniem **.m**, użytkownik może tworzyć własne m-pliki i korzystać z nich na takiej samej zasadzie jak z systemowych.

Kiedy użytkownik wpisuje w Matlabie identyfikator (np. **x**) to program próbuje zinterpretować jego znaczenie w następujący sposób:

- szuka zmiennej **x**,
- sprawdza czy **x** jest wbudowaną funkcją,
- szuka w bieżącym katalogu pliku **x.m**,
- szuka pliku **x.m** sprawdzając listę ścieżek systemowych.

2.7. Inne polecenia

Polecenia przydatne podczas pracy z programem:

exit	zakończenie pracy z programem
quit	zakończenie pracy z programem
demo	uruchomienie interaktywnej demonstracji pozwalającej poznać możliwości programu
ver	wyświetla wersję środowiska Matlab, numer licencji oraz listę zainstalowanych Toolboxów
bench	przeprowadza test szybkości komputera
clc	czyści okno poleceń i ustawia kursor w lewym górnym rogu
home	umieszcza kursor w lewym górnym rogu ekranu
↑↓	przeglądanie historii wprowadzanych poleceń

Wszystkie zmienne występujące w Matlabie umieszczane są w przestrzeni roboczej. Do operacji na tych zmiennych służą polecenia:

who	wyświetla nazwy zmiennych znajdujących się w przestrzeni roboczej programu
whos	wyświetla rozszerzoną informację o zmiennych z przestrzeni roboczej (nazwa, rozmiar, liczba bajtów, klasa, atrybuty)
clear	usuwa wszystkie zmienne z przestrzeni roboczej
clear <i>lista</i>	usuwa z przestrzeni roboczej tylko te zmienne, których nazwy znalazły się na liście
save	zapisuje binarnie wszystkie zmienne z przestrzeni roboczej do pliku matlab.mat
save <i>plik</i>	zapisuje binarnie wszystkie zmienne w pliku o nazwie plik.mat

<code>save plik lista</code>	zapisuje binarnie w pliku plik.mat tylko zmienne o nazwach znajdujących się na liście
<code>load</code>	wczytuje zmienne zapisane w pliku matlab.mat
<code>load plik</code>	wczytuje zmienne zapisane w pliku plik.mat

```
>> x = 14.576; z = 3 + 4i; sqrt(x);
```

```
>> who
```

Your variables are:

```
ans    x      z
```

```
>> whos
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
ans	1x1	8	double	
x	1x1	8	double	
z	1x1	16	double	complex

Bezpośrednio z poziomu programu Matlab można wykonywać polecenia dotyczące obsługi plików i katalogów systemu operacyjnego.

<code>dir</code>	wyświetla listę plików w bieżącym katalogu (można stosować znaki globalne: *, ?)
<code>ls</code>	wyświetla listę plików w bieżącym katalogu (można stosować znaki globalne: *, ?)
<code>dir katalog</code>	wyświetla listę plików w podanym katalogu
<code>ls katalog</code>	wyświetla listę plików w podanym katalogu
<code>cd katalog</code>	zmienia katalog na podany
<code>pwd</code>	wyświetla ścieżkę dostępu określającą bieżący katalog
<code>delete plik</code>	usuwa plik o podanej nazwie
<code>!polecenie</code>	wykonuje dowolne polecenie systemu operacyjnego

3. Przebieg ćwiczenia

Wykonaj podane poniżej zadania.

1. Oblicz wartość wyrażeń:

a) $\frac{6-5}{2}$

b) $6-\frac{5}{2}$

c) $\frac{4+8}{3} \cdot 2$

d) $\frac{4+8}{3 \cdot 2}$

2. Sprawdź poprawność obliczeń:

a) $\frac{\sin^3 45^\circ - 3,15 e^4}{\ln 10 + \sqrt[3]{-4,67 \cdot 10^3}} = -9,0249$

b) $\frac{\sqrt{\log_{10} 100} + 3 \cos 90^\circ}{\sqrt[3]{\text{ctg} 30^\circ}} = 1,1776$

3. Sprawdź, silnię jakiej największej liczby jest w stanie policzyć Matlab? Wyjaśnij, z czego wynika taka wartość?

4. Utwórz w Matlabie zmienne **a**, **b**, **c**, **d** o wartościach:

$$a = 123 \quad b = -15,34 \quad c = 23,21 \cdot 10^3 \quad d = 15,2 + j21,7$$

oraz zmienną **e** zawierającą tekst: **Podstawy informatyki**.

a) sprawdź, czy zmienne przechowują prawidłowe wartości,

b) sprawdź, czy zmienne znajdują się w przestrzeni roboczej Matlab:

- wywołując odpowiednią funkcję,
- w oknie przestrzeni roboczej (*Workspace*),

c) sprawdź jaki jest rozmiar, liczba zajmowanych bajtów, klasa oraz atrybuty poszczególnych zmiennych:

- wywołując odpowiednią funkcję,
- w oknie przestrzeni roboczej (*Workspace*),

d) zapisz binarnie wszystkie zmienne z przestrzeni roboczej do pliku **dane.mat**; usuń wszystkie zmienne z przestrzeni roboczej; wczytaj zmienne z pliku **dane.mat**; sprawdź czy wszystkie zmienne zostały prawidłowo odczytane.

5. Oblicz moduł, argument, część rzeczywistą, część urojoną i liczbę zespoloną sprzężoną do liczby $z = -2 - j2$.
6. Wyświetl wartość liczby π z największą możliwą liczbą cyfr po przecinku. Ile jest tych cyfr? Wyświetl wartość liczby π w postaci ułamka zwykłego. Sprawdź, jak dokładnym przybliżeniem liczby π jest ten ułamek?
7. Znajdź w systemie pomocy programu Matlab funkcję obliczającą **największy wspólny dzielnik**, a następnie zastosuj tę funkcję do liczb **33803** i **39501**.

4. Literatura

- [1] Mrozek B., Mrozek Z.: MATLAB i Simulink. Poradnik użytkownika. Wydanie III. Helion, Gliwice, 2012.
- [2] Stachurski M. Treichel W.: Matlab dla studentów. Ćwiczenia, zadania, rozwiązania. Witkom, Warszawa, 2009.
- [3] Pratac R.: MATLAB dla naukowców i inżynierów. Wydanie 2. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2015.
- [4] Brzóska J., Dorobczyński L.: Matlab: środowisko obliczeń naukowo-technicznych. „Mikom”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2008.
- [5] Kamińska A., Pańczyk B.: Ćwiczenia z Matlab. Przykłady i zadania. Wydawnictwo MIKOM, Warszawa, 2002.
- [6] Sobierajski M., Łabuzek M.: Programowanie w Matlabie dla elektryków. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2005.
- [7] Dyka E., Markiewicz P., Sikora R.: Modelowanie w elektrotechnice z wykorzystaniem środowiska MATLAB. Wydawnictwa Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2006.
- [8] Sradomski W.: Matlab. Praktyczny podręcznik modelowania. Helion, Gliwice, 2015.
- [9] Czajka M.: MATLAB. Ćwiczenia. Helion, Gliwice, 2005.

5. Zagadnienia na zaliczenie

1. Omów sposób wprowadzania i wykonywania operacji arytmetycznych na liczbach zespolonych w Matlabie.
2. Co to jest przestrzeń robocza Matlab? Jak można dodawać i usuwać zmienne z przestrzeni roboczej?
3. W jaki sposób Matlab określa znaczenie identyfikatorów wprowadzanych przez użytkownika?

6. Wymagania BHP

Warunkiem przystąpienia do praktycznej realizacji ćwiczenia jest zapoznanie się z instrukcją BHP i instrukcją przeciw pożarową oraz przestrzeganie zasad w nich zawartych.

W trakcie zajęć laboratoryjnych należy przestrzegać następujących zasad.

- Sprawdzić, czy urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym są w stanie kompletnym, nie wskazującym na fizyczne uszkodzenie.
- Jeżeli istnieje taka możliwość, należy dostosować warunki stanowiska do własnych potrzeb, ze względu na ergonomię. Monitor komputera ustawić w sposób zapewniający stałą i wygodną obserwację dla wszystkich członków zespołu.
- Sprawdzić prawidłowość połączeń urządzeń.
- Załączenie komputera może nastąpić po wyrażeniu zgody przez prowadzącego.
- W trakcie pracy z komputerem zabronione jest spożywanie posiłków i picie napojów.
- W przypadku zakończenia pracy należy zakończyć sesję przez wydanie polecenia wylogowania. Zamknięcie systemu operacyjnego może się odbywać tylko na wyraźne polecenie prowadzącego.

- Zabronione jest dokonywanie jakichkolwiek przełączeń oraz wymiana elementów składowych stanowiska.
- Zabroniona jest zmiana konfiguracji komputera, w tym systemu operacyjnego i programów użytkowych, która nie wynika z programu zajęć i nie jest wykonywana w porozumieniu z prowadzącym zajęcia.
- W przypadku zaniku napięcia zasilającego należy niezwłocznie wyłączyć wszystkie urządzenia.
- Stwierdzone wszelkie braki w wyposażeniu stanowiska oraz nieprawidłowości w funkcjonowaniu sprzętu należy przekazywać prowadzącemu zajęcia.
- Zabrania się samodzielnego włączania, manipulowania i korzystania z urządzeń nie należących do danego ćwiczenia.
- W przypadku wystąpienia porażenia prądem elektrycznym należy niezwłocznie wyłączyć zasilanie stanowiska. Przed odłączeniem napięcia nie dotykać porażonego.