

Podstawowe operacje graficzne.

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z możliwościami graficznymi środowiska GNU octave, w tym celu: narzędziami graficznymi, sposobami konstruowania wykresów dwuwymiarowych oraz wykresami specjalnymi.

Wprowadzenie

Narzędzia graficzne

GNU octave oferuje wiele funkcji graficznej analizy danych oraz zestaw narzędzi z graficznym interfejsem użytkownika do tworzenia i modyfikacji wykresów. Narzędzia te dostarczają kontroli nad większością właściwości graficznych, dostępnych przez polecenia takie jak: `annotate`, `Get` lub `set`.

Okno graficzne (ang. *figure*) jest oknem w którym wyświetlana jest grafika i komponenty interfejsu użytkownika (ang. *UI components*). Okno graficzne jest tworzone bezpośrednio przez wywołanie funkcji `figure` lub powstaje w wyniku wywołania polecenia tworzącego wykres, jeśli nie ma otwartego aktywnego okna graficznego. Domyślnie okna graficzne są oknami o zmiennych rozmiarach, posiadającymi rozwijalne menu i paski narzędzi.

Wykresy (ang. *plots*) są dowolnym graficznym zobrazowaniem, znajdującym się wewnątrz okna graficznego. Okna graficzne mogą zawierać dowolną liczbę wykresów. Wykresy mogą obrazować dane tabelaryczne, obiekty geometryczne, powierzchnie i obrazy a także opisy, takie jak legendy, tytuły, skale barwne.

Wykresy wewnętrzne (ang. *graphs*) są wykresami wyświetlanymi w dwu- lub trójwymiarowych układach współrzędnych. Większość wykresów w programie GNU octave jest wykresami wewnętrznymi.

Paski narzędziowe wykresów dostarczają skrótów do najczęściej używanych funkcji graficznych. Umożliwiają one wykonanie operacji takich jak zapis lub drukowanie wykresów. Dodatkowo zapewniają dostęp do narzędzi umożliwiających interaktywną zmianę rozmiaru, przesuwanie, obrót, pozyskiwanie informacji o wykresie oraz edycję wykresu.

GNU octave dostarcza nam interaktywnego środowiska graficznego. Podstawowe funkcje środowiska to:

- tworzenie różnych typów wykresów,
- wybór zmiennych do wykreślenia bezpośrednio z przestrzeni roboczej,
- ułatwienia w tworzeniu i manipulowaniu podwykresami wewnątrz okna graficznego,
- dodawanie elementów opisowych takich jak strzałki, linie oraz tekst,
- ustawianie właściwości obiektów graficznych.

Narzędzia do wyszukiwania danych graficznych

Tworzenie objaśnień

Opisywanie wykresów za pomocą tekstu i innych elementów objaśniających może poprawić czytelność i możliwość interpretacji danych graficznych. Program GNU octave różnych cech służących do tworzenia objaśnień, włączając w to:

- dodawanie do wykresów tekstu, linii, strzałek, prostokątów, elips lub innych elementów opisujących,
- zakotwiczenie obiektów w punktach o współrzędnych z przestrzeni danych

Funkcja	Zastosowanie
<code>annotate</code>	Tworzy obiekty objaśnień takie jak: linie, strzałki, ramki tekstowe, prostokąty, elipsy.
<code>xlabel</code> , <code>ylabel</code> , <code>zlabel</code>	Tworzy opisy osi, odpowiednio: x , y i z
<code>title</code>	Dodaje do wykresu tytuł
<code>colorbar</code>	Dodaje do wykresu skalę barwną
<code>legend</code>	Dodaje do wykresu legendę

Tab. 1. Polecenia do tworzenia opisów.

Funkcja	Opis działania
<code>plot</code>	Wykres 2D danych z liniowymi skalami na obu osiach.
<code>plot3</code>	Wykres 3D danych z liniowymi skalami na obu osiach.
<code>loglog</code>	Wykres z logarytmiczną skalą na obu osiach.
<code>semilogx</code>	Wykres ze skalą logarytmiczną na osi x i liniową na osi y .
<code>semilogy</code>	Wykres ze skalą liniową na osi x i logarytmiczną na osi y .
<code>plotyy</code>	Wykres z dwoma różnymi skalami osi y po lewej i prawej stronie.

Tab. 2. Podstawowe funkcje do tworzenia wykresów liniowych.

- dodawanie legend i skal barwnych,
- dodawanie opisów osi i tytułów,
- edycja właściwości obiektów graficznych

Podstawowe polecenia do tworzenia obiektów

Podstawy tworzenia wykresów

Program dostarcza wielu różnych funkcji do wykreślania wykresów liniowych a także funkcji do objaśniania i drukowania wykresów. W Tab. 2 zebrano podstawowe funkcje do tworzenia wykresów liniowych.

Proces konstruowania wykresu, spełniającego określone wymagania prezentacyjne może przebiegać w etapach przedstawionych w Tab. 3.

Etap	Przykładowy kod
Przygotowanie danych.	<pre>x = 0:0.2:12;y1 = bessel(1,x); y2 = bessel(2,x); y3 = bessel(3,x);</pre>
Wybór okna graficznego oraz pozycji obszaru wykresu.	<pre>figure(1) subplot(2,2,1)</pre>
Wywołanie elementarnej funkcji do tworzenia wykresu.	<pre>h = plot(x,y1,x,y2,x,y3);</pre>
Wybór grubości linii i rodzaju markerów.	<pre>set(h,'LineWidth',2,{'LineStyle'}, {'--';':':'.-'}) set(h,{'Color'},{'r';'g';'b'})</pre>
Ustawienie zakresów osi współrzędnych oraz siatki.	<pre>axis([0 12 -0.5 1]) grid on</pre>
Utworzenie objaśnień za pomocą opisów osi, legendy i tekstu.	<pre>xlabel('Time') ylabel('Amplitude') legend(h,'First','Second','Third') title('Bessel Functions') [y,ix]= min(y1); text(x(ix),y,'FirstMin \rightarrow',... 'HorizontalAlignment','right')</pre>
Eksport wykresu	<pre>print -depsc -tiff -r200 myplot</pre>

Tab. 3. Etapy tworzenia prostego wykresu.

Ustalanie właściwości układu współrzędnych

Podczas tworzenia wykresy GNU octave dobiera granice (skale) osi współrzędnych oraz odstęp podziałki na tych osiach w sposób automatyczny, zależnie od danych. Często jednak, niezbędna jest zmiana skali wykresu na jednej lub obu osiach czy też zmiana podziałki.

GNU octave ustala granice osi współrzędnych na podstawie danych. Aby ustawić własne wartości graniczne poszczególnych osi układu współrzędnych należy wprowadzić polecenie: `>>axis([xmin,xmax,ymin,ymax])`. W programie GNU octave można również używać skali półautomatycznej (ustawienia domyślne dla wybranej osi, ręczne dla innej). Dodatkowo poprzez podanie wektora współrzędnych, jest możliwe określenie podziałki (a co za tym idzie siatki). Dla przykładu aby zmienić podziałkę dla osi y należy zastosować polecenie: `>>set('ytick',[2 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5])`. Domyślnie GNU octave wyświetla wykresy w prostokątnym układzie współrzędnych o współczynniku kształtu takim, jak okno graficzne. Skutkuje to optymalnym wykorzystaniem obszaru do wyświetlania wykresu. Domyślny współczynnik kształtu wykresu można zmienić poleceniem `>>axis`.

Okna graficzne

GNU octave kieruje wyjście graficzne do oddzielnego okna zwanego oknem graficznym (ang. *figure*). Charakterystyka tego okna jest ustalana przez okienkowy system operacyjny oraz poprzez właściwości obiektów programu GNU octave. Funkcje graficzne, zazwyczaj tworzą nowe okna graficzne. Jeśli istnieje okno graficzne, GNU octave. Jeżeli istnieje wiele okien, wyjście bieżącej operacji przekazywane jest do okna aktywnego. Aby wybrać okno aktywne należy wykonać polecenie: `>>figure(n)`, gdzie *n* - numer okna ukazujący się na pasku tytułu.

W tym samym oknie graficznym można wyświetlić wiele wykresów za pomocą funkcji `subplot`. Polecenie `>>subplot(m,n,i)` tworzy okno graficzne podzielone na *m* wierszy i *n* kolumn i dla każdej operacji graficznej wybiera *i*-ty element tak utworzonej siatki. Każdy podobszar zawiera własny układ współrzędnych, którego właściwości mogą być indywidualnie dopasowane do wymagań (np. skalowane poleceniem `axis`).

Przykład. Kilka wykresów w jednym oknie graficznym.

```
t = 0:pi/20:2*pi;
[x,y] = meshgrid(t);
subplot(2,2,1)
plot(sin(t),cos(t))
axis equal
subplot(2,2,2)
z = sin(x)+cos(y);
plot(t,z)
axis([0 2*pi -2 2])
subplot(2,2,3)
z = sin(x).*cos(y);
```

```
plot(t,z)
axis([0 2*pi -1 1])
subplot(2,2,4)
z = (sin(x).^2)-(cos(y).^2);
plot(t,z)
axis([0 2*pi -1 1])
```

Aktywnym układem współrzędnych jest układ z podobszaru ostatnio wybranego poleceniem `subplot`. Aby wybrać inny podobszar (układ współrzędnych), należy użyć polecenia `subplot`.

Tworzenie wykresów specjalnych

Wykresy słupkowe i powierzchniowe

Funkcje do wykreślania wykresów słupkowych i powierzchniowych zestawiono w Tab. 4. Wykresy spiętrzone mogą pokazać, jaki udział mają poszczególne elementy z wybranego wiersza w stosunku do sumy wszystkich elementów tego wiersza.

Funkcja	Opis działania
<code>bar</code>	Wyświetla kolumny macierzy $m \times n$ jako m grup n słupków pionowych
<code>barh</code>	Wyświetla kolumny macierzy $m \times n$ jako m grup n słupków poziomych
<code>bar3</code>	kolumny macierzy $m \times n$ jako m grup n trójwymiarowych słupków pionowych
<code>bar3h</code>	kolumny macierzy $m \times n$ jako m grup n trójwymiarowych słupków poziomych
<code>area</code>	Wyświetla dane wektorowe jako spiętrzoną grupę powierzchni

Tab. 4. Funkcje do tworzenia wykresów słupkowych i powierzchniowych.

Funkcja `area` wyświetla krzywe wygenerowane na podstawie danych wektorowych lub oddzielonych kolumn macierzy. `area` wyświetla wartości poszczególnych kolumn macierzy jako oddzielną krzywą i wypełnia obszar poniżej krzywej.

Histogramy

Histogramy umożliwiają zobrazowanie rozkładu wartości. Funkcje do tworzenia histogramów zestawiono w Tab. 5.

Funkcja	Opis działania
<code>hist</code>	Wyświetla histogram w układzie kartezjańskim
<code>rose</code>	Wyświetla dane w układzie biegunowym

Tab. 5. Funkcje do tworzenia histogramów.

Wykresy danych dyskretnych

GNU octave posiada kilka wyspecjalizowanych wykresów do odpowiedniej reprezentacji danych dyskretnych. Odpowiednie funkcje zebrano w Tab. 6.

Funkcja	Opis działania
<code>stem</code>	Wyświetla histogram w układzie kartezjańskim
<code>stem3</code>	Wyświetla dane w układzie biegunowym
<code>stairs</code>	Wyświetla dane w układzie biegunowym

Tab. 6. Funkcje do tworzenia wykresów danych dyskretnych.

Zadania

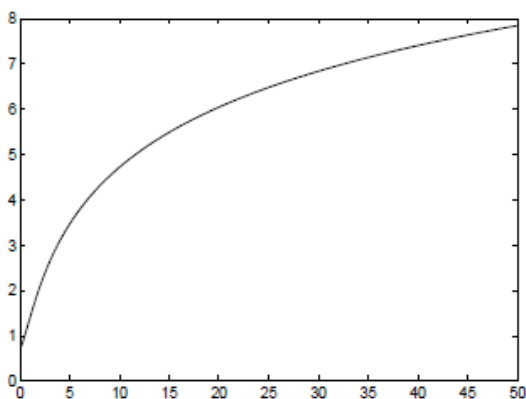
- Uruchomić program GNU octave.
- Uruchomić program Word (lub inny edytor tekstu).
- Utworzenie prostego wykresu funkcji $y(x) = x$ w przedziale $x \in (-5, 5)$.

a) Utworzyć wektor argumentów x . Wprowadzić:

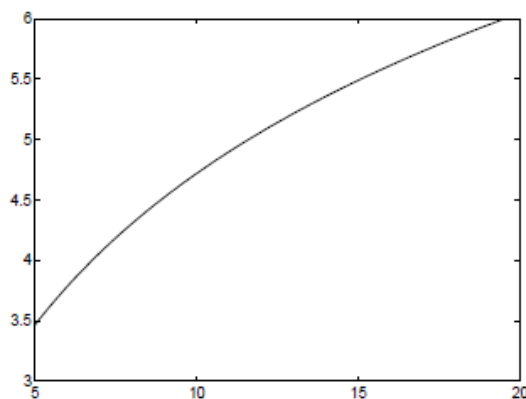
```
>>x=-5:0.1:5;
```

b) Utworzy wektor wartości y . Wprowadzić:

```
>>y=x;
```



Rys. 1. Wykres przed przeskalowaniem



Rys. 2. Wykres po przeskalowaniu

c) Utworzyć wykres funkcji $y(x) = x$. Wprowadzić:

```
>>plot(x,y)
```

d) Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word.

e) Skopiować wykres z okna graficznego.

f) Wyczyścić zawartość okna poleceń programu GNU octave poleceniem: `>>clc`.

4. Utworzenie przeskalowanych wykresów prostych funkcji.

a) Utworzyć wykres funkcji: $y(t) = \ln(2+t+t^2)$ dla $0 \leq t \leq 50$. Przeskalować wykres tak aby: $5 \leq t \leq 20$ i $3 \leq y \leq 6$. Wprowadzić:

```
>>t=0:0.1:50;
>>y=log(2+t+t.^2);
>>plot(t,y)
```

Skopiować wykres do programu Word. Do skalowania wykresów służy polecenie `axis([xmin, xmax, ymin, ymax])`. Wprowadzić:

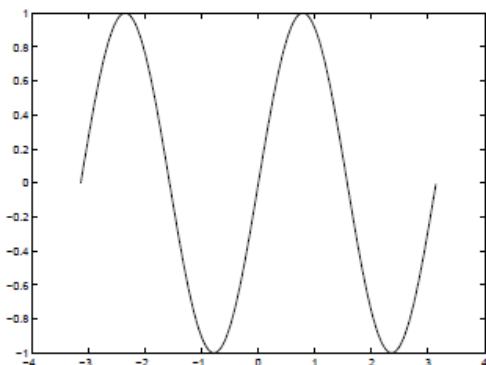
```
>>axis([5,20,3,6])
```

Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować wykres z okna graficznego.

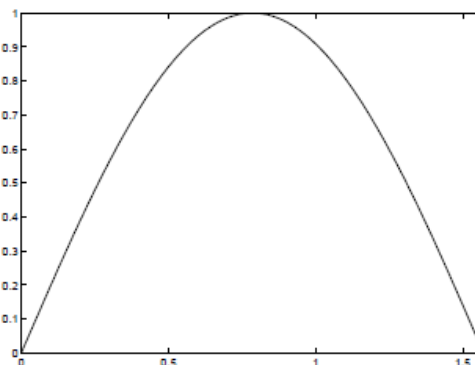
Na Rys. 1 przedstawiono wykres przed przeskalowaniem a na Rys. 2 po przeskalowaniu.

b) Utworzyć wykres funkcji $y(\alpha) = \sin 2\alpha$ dla $-\pi \leq \alpha \leq \pi$. Przeskalować wykres, tak aby $0 \leq \alpha \leq \pi/2$ i $0 \leq y \leq 1$. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować

oba wykresy z okna graficznego. Wykresy przed i po przeskalowaniu powinny wyglądać jak na Rys. 3 i Rys. 4.



Rys. 3. Wykres przed przeskalowaniem



Rys. 4. Wykres po przeskalowaniu

- c) Utworzyć wykres funkcji $y(t) = e^t(1 + \cos 3t)$ dla $0 \leq t \leq \pi$. Przeskalować wykres, tak aby: $0 \leq t \leq 2\pi$ i $-50 \leq y \leq 900$. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować oba wykresy z okna graficznego.
- d) Utworzyć wykres funkcji $y(t) = \arctan(t)$ dla $-\pi \leq t \leq 5\pi$. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować wykres z okna graficznego.
5. Tworzenie wykresów w różnych skalach.
 - a) Utworzyć wykresy funkcji (w jednym oknie): x, x^3, e^x, e^{x^2} na odcinku $0 \leq x \leq 1$ w skali liniowej (funkcja `plot`). Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
 - b) Utworzyć wykresy funkcji (w jednym oknie): x, x^3, e^x, e^{x^2} na odcinku $0 \leq x \leq 1$ w skali logarytmicznej na osi y (funkcja `semilogy`). Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
 - c) Utworzyć wykresy funkcji (w jednym oknie): x, x^3, e^x, e^{x^2} na odcinku $0 \leq x \leq 1$ w skali logarytmicznej na obu osiach (funkcja `loglog`). Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
6. Tworzenie kilku wykresów w jednym układzie współrzędnych. Zmiana właściwości obiektów graficznych.
 - a) Utworzyć skrypt tworzący w jednym układzie współrzędnych wykresy następujących funkcji: $y_1(x) = \sin x, y_2(x) = \cos x$. Przyjąć następujący zakres zmiennej niezależnej: $-\pi \leq x \leq \pi$. Wprowadzić:

```
x=-pi:pi/50:pi;
plot(x,sin(x),'b-');
hold on;
plot(x,cos(x),'k-');
```

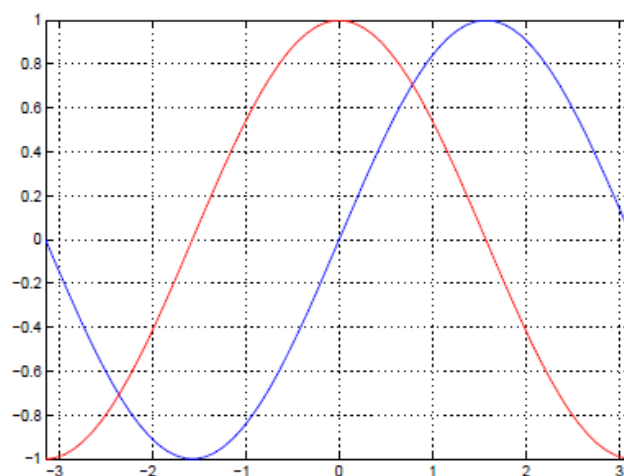
Polecenie `hold on` powoduje zachowanie, że nowo tworzony wykres nie usuwa wykresu istniejącego. W efekcie w oknie graficznym wyświetlone zostają oba wykresy.

- b) Napisać skrypt tworzący w jednym układzie współrzędnych wykresy funkcji $y_1(t) = \sin(t)$ oraz $y_2(t) = \cos(t)$ dla $-\pi \leq t \leq \pi$. Funkcja $y_1(t)$ powinna być wykreślona kolorem niebieskim natomiast

$y_2(t)$ kolorem czerwonym. Po utworzeniu wykresu dodać siatkę oraz przeskalować tak aby wykresy zajmowały cały dostępny Obsza rysunkowy. W oknie edytora wprowadzić:

```
t=-pi:0.1:pi;  
y1=sin(t);  
y2=cos(t);  
plot(t,y1,'b-',t,y2,'r-')  
grid on  
axis([-pi,pi,-1,1])
```

Polecenie `plot` może być wywołane dla większej liczby wykresów z argumentami opisującymi wygląd tworzonych obiektów graficznych. Polecenie `plot(x, y, s)` wykreśla krzywą na podstawie danych umieszczonych w wektorach x i y . do wykreślania używany jest łańcuch formatujący s . w skład łańcucha wchodzi trzy elementy: kod koloru, kod stylu linii, kod rodzaju markera. Np.: `'b-'` oznacza linię koloru niebieskiego (blue), ciągłą (-) pozbawioną markerów (brak trzeciego elementu). Polecenie `grid on` dodaje do wykresu siatkę. Wykres wynikowy powinien wyglądać ja na Rys. 5. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.



Rys. 5. Wykres dwóch funkcji w jednym układzie współrzędnych

c) Utworzyć wykres funkcji skoku o amplitudzie 5. Funkcja skoku dana jest następującym równaniem:

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{dla } t \leq 0 \\ 5 & \text{dla } t > 0 \end{cases}$$

W celu realizacji zadania postępować zgodnie z poniżej opisanym algorytmem:

- I) Utworzyć wektor $t \in (-1; 10)$, z krokiem 0.1.
- II) Utworzyć funkcje programu GNU octave, realizującą funkcję skoku. Funkcja powinna mieć nagłówek postaci: `function [y]=skok(t)`
- III) Wygenerować wektor $y = f(t)$. Wprowadzić:

```
>>y=skok(t)
```

IV) Sprawdzić zawartość przestrzeni roboczej poleceniem: `>>whos`. Zwrócić uwagę na rozmiary zmiennych.

V) Wygenerować wykres funkcji skoku. Wprowadzić:

```
>>plot(t,y,'LineWidth',2)
```

Właściwość `LineWidth` obiektu `line` decyduje o grubości linii. Tu – ustawiona na dwa punkty.

VI) Przeskalować wykres tak, aby $x \in \langle -1; 10 \rangle$, $y \in \langle 0; 6 \rangle$. Wprowadzić:

```
>>axis([-1,10,0,6])
```

VII) Dodać siatkę. Wprowadzić:

```
>>grid on
```

VIII) Dodać tytuł wykresu oraz opisy osi. Wprowadzić:

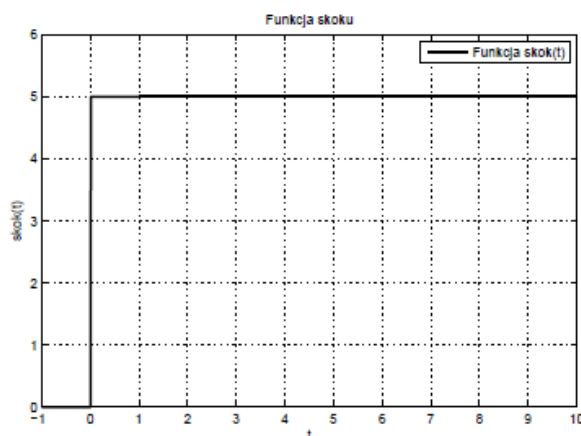
```
>>title('Funkcja skoku')
```

```
>>xlabel('t');ylabel('skok(t)')
```

Polecenie `title('napis')` generuje tytuł wykresu o treści napis. Polecenia `xlabel('napis')` oraz `ylabel('napis')` działają analogicznie dodając opisy odpowiednio dla osi x i y .

```
>>legend('Funkcja skok(t)')
```

Wykres wynikowy powinien wyglądać jak na Rys. 6. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne. Wyczyścić zawartość okna poleceń poleceniem: `>>clc`.



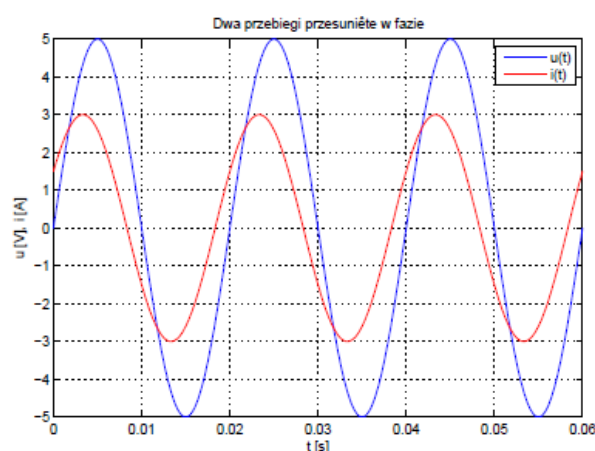
Rys. 6. Wykres funkcji skoku

d) Napisać skrypt tworzący wykres przebiegu napięcia danego zależnością: $u(t) = U_m \sin(\omega t + \phi)$, dla następujących danych: $U_m = 230 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $\phi = 30^\circ$, $t = 0:0.01:0.06$. w oknie edytora wprowadzić:

```
t=0:0.01:0.06;
Um=230; omega=2*pi*50; fi=30;
u=Um*sin(omega.*t+(pi*fi)/180);
plot(t,u);
```

Zaobserwować błędy aproksymacji numerycznej (zbyt duży krok) funkcji cosinus. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne. Wyczyścić zawartość okna poleceń programu.

- e) Otworzyć ponownie skrypt utworzony w poprzednim podpunkcie. Zmienić wartość kroku zmiennej t na 0.001. Uruchomić skrypt. Zaobserwować poprawę kształtu wykreślonej funkcji. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne. Wyczyścić zawartość okna poleceń programu. Zmienić wartość kroku zmiennej t na 0.0001. Uruchomić skrypt. Zaobserwować poprawę kształtu wykreślonej funkcji. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
- f) Mając daną wartość skuteczną, zespoloną prądu: $I = 17,3 - j10$, napisać skrypt wyznaczający i wykreślający przebieg czasowy $i(t)$, przy założeniu $f = 50 \text{ Hz}$. Wykres powinien zawierać opisy osi, tytuł oraz siatkę. Skorzystać z następującego algorytmu:
- I) Wyznaczyć moduł wartości zespolonej $I = a - jb$: $|I| = \sqrt{a^2 + b^2}$ (funkcja `abs`)
 - II) Wyznaczenie argumentu wartości zespolonej: $I = a - jb$: $\phi = \arctan \frac{b}{a}$ (funkcja `angle`)
 - III) Wyznaczenie amplitudy przebiegu: $I_m = |I|\sqrt{2}$
 - IV) Wyznaczenie pulsacji przebiegu: $\omega = 2\pi f$
 - V) Wyznaczenie przebiegu czasowego $i(t) = I_m \sin(\omega t + \phi)$
 - VI) Wykreślenie przebiegu dla założonego wektora czasu.
- g) Dany jest przebieg napięcia: $u(t) = U_m \sin(\omega t + \phi_u)$ oraz przebieg prądu: $i(t) = I_m \sin(\omega t + \phi_i)$. Napisać skrypt umożliwiający wyświetlenie obu przebiegów na jednym wykresie. Skrypt powinien wczytywać z klawiatury (polecenie `input`) następujące dane: $U_m [V]$, $I_m [A]$, $\omega [rad]$, $\phi_i [^\circ]$, $\phi_u [^\circ]$ oraz częstotliwość obu przebiegów $f [Hz]$. W obliczeniach przebiegu przyjąć następujący wektor czasu: $t = 0:0.0001:0.006$. skrypt powinien przeliczać częstotliwość przebiegów z Hz na rad/s . Dodatkowo, powinien przeliczać fazę ze stopni na radiany. Skrypt powinien utworzyć tytuł, etykiety osi, dodać siatkę i legendę. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne. Wyczyścić zawartość okna poleceń programu. Na Rys. 7 przedstawiono wykres wyników, wygenerowany dla przykładowych danych.



Rys. 7. Wykres dla $U_m = 5V$, $\phi_u = 0^\circ$, $I_m = 3A$, $\phi_i = 30^\circ$, $f = 50Hz$

7. Tworzenie wykresów za pomocą funkcji `ezplot`.

- a) Utworzyć wykres funkcji $y(x) = x^3 - x$ dla $-4 \leq x \leq 4$ za pomocą polecenia `plot`. Przyjąć krok wektora dziedziny t odpowiedni dla wykreslanej funkcji. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
- b) Utworzyć wykres funkcji $y(x) = x^3 - x$ dla $-4 \leq x \leq 4$ za pomocą polecenia `ezplot`. Wprowadzić:
`>>ezplot('x.^3-x', [-4,4])`
 Porównać wyniki działania `plot` i `ezplot`. Funkcja `ezplot` umożliwia łatwe wykreślanie funkcji o znanych postaciach analitycznych z uwzględnieniem punktów osobliwych, asymptot, itp. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
- c) Utworzyć wykres funkcji $y(x) = \sin\left(\frac{1}{x^2}\right)$ dla $-2 \leq x \leq 2$ za pomocą poleceń `ezplot` i `plot`. Porównać wyniki działania obu poleceń. Czy polecenie `plot` daje poprawny wynik? Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
- d) Utworzyć wykres funkcji $y(x) = \tan\left(\frac{x}{2}\right)$ dla $-\pi \leq x \leq \pi$ i $-10 \leq y \leq 10$ za pomocą poleceń `ezplot` i `plot`. Porównać wyniki działania obu poleceń. Czy polecenie `plot` daje poprawny wynik? Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
- e) Utworzyć wykres funkcji $y(x) = e^{-x^2}$ dla $-2 \leq x \leq 2$ i $-10 \leq y \leq 10$ za pomocą poleceń `ezplot` i `plot`. Porównać wyniki działania obu poleceń. Czy polecenie `plot` daje poprawny wynik? Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
- f) Utworzyć wykres funkcji $y(x) = 4x - x^2$ dla $-2 \leq x \leq 2$ i $-10 \leq y \leq 10$ za pomocą poleceń `ezplot` i `plot`. Porównać wyniki działania obu poleceń. Czy polecenie `plot` daje poprawny wynik? Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.
- g) Utworzyć wykres funkcji:

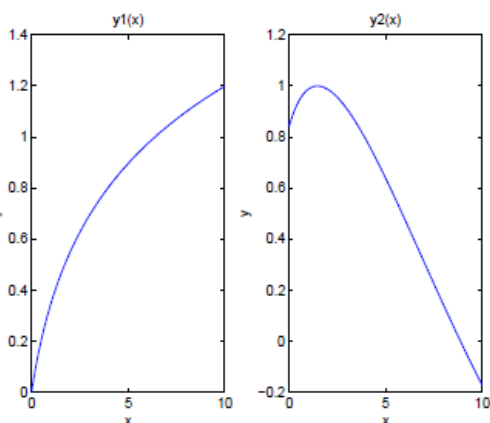
$$y(x) = \frac{x^2 - 5x + 10}{x^2 - 2x - 3} \quad \text{dla} \quad -10 \leq x \leq 10$$

za pomocą poleceń `ezplot` i `plot`. **UWAGA:** funkcja ma dwie asymptoty pionowe. W przypadku polecenia `plot` wykreślić wykres dzieląc dziedzinę na 3 części tak jak asymptoty (do umieszczenia trzech wykresów użyć polecenie `hold on`). Ustawić zakres osi y od -20 do 20 . Dodać opisy osi i tytuł. Porównać wyniki działania obu poleceń. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne. Wyczyścić zawartość okna poleceń programu.

8. Tworzenie wielu wykresów w jednym oknie graficznym za pomocą funkcji `subplot`.
- a) Utworzyć skrypt tworzący w dwóch kolumnach wykresy następujących funkcji: $y(x) = \ln\sqrt{x+1}$ i $y(x) = \sin\sqrt{1+x}$ dla $0 \leq x \leq 10$. Wprowadzić:
`x=[0:0.01:10];`
`subplot(1,2,1);`
`...`
`subplot(1,2,2);`
`plot(x,sin(sqrt(x+1)));`
`...`

Powyższy listing należy uzupełnić (w miejscach wykropkowanych) poleceniami opisu wykresu (w miejscach wykropkowanych) poleceniami wykresu (tytuł, etykiety osi itp.). polecenie `subplot(m,n,p)` powoduje utworzenie siatki układu współrzędnych o wymiarze $m \times n$ i jako aktywny wykres wybiera wykres numer p . Elementy siatki są numerowane tak jak elementy długiego

wektora kolumnowego. Po dodaniu elementów opisowych wykres powinien wyglądać na Rys. 8. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.



Rys. 8. Dwa wykresy w jednym wierszu

- b) Utworzyć skrypt tworzący w dwóch kolumnach wykresy funkcji z poprzedniego podpunktu. Skopiować zawartość okna poleceń programu GNU octave do programu Word. Skopiować okno graficzne.