

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

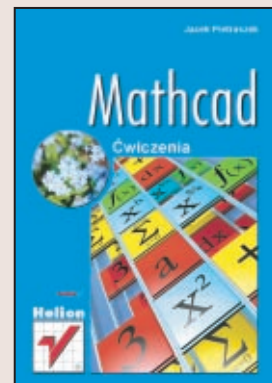
ZAMÓW INFORMACJE
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

MathCAD. Ćwiczenia praktyczne



Autor: Jacek Pietraszek

ISBN: 83-7197-972-X

Format: B5, stron: 96

Program MathCAD to aplikacja służąca do wykonywania złożonych obliczeń, wizualizacji ich wyników, a także tworzenia dokumentacji projektowej. Przeznaczony przede wszystkim dla inżynierów i projektantów, powinien również zainteresować wszystkie osoby, potrzebujące zaawansowanego pakietu matematycznego. Statystyka, analiza matematyczna, obliczenia finansowe, dwu- i trójwymiarowe wykresy, to tylko niektóre dziedziny zastosowań MathCAD-a.

Książka prezentuje możliwości MathCAD-a w zakresie:

- Obliczeń skalarnych
- Obliczeń wektorowych i operacji na macierzach
- Wykresów dwu- i trójwymiarowych
- Rozwiązywania równań i układów równań
- Analizy matematycznej (szeregów, pochodnych i całek oznaczonych)

Książka zawiera szereg praktycznych, pogrupowanych tematycznie ćwiczeń, które krok po kroku odsłaniają bogate możliwości tej aplikacji. Może stanowić nieocenioną pomoc dla studentów wszystkich kierunków, na których wykładana jest matematyka.



Spis treści

Wstęp.....	5
Rozdział 1. Zaczynamy pracę z Mathcadem	7
Uruchomienie programu	7
Okno programu Mathcad	7
Paski narzędzi.....	8
Obszary.....	10
Odświeżanie ekranu	11
Zapisywanie arkusza	12
Otwieranie arkusza.....	13
Rozdział 2. Obliczenia skalarne	15
Wprowadzanie operatorów i stałych	15
Funkcje trygonometryczne i cyklometryczne	17
Funkcje wykładnicze i logarytmiczne.....	20
Inne funkcje wbudowane	21
Definiowanie własnych funkcji.....	23
Zmienne zakresowe.....	24
Automatyczne i ręczne przeliczanie arkusza	25
Formatowanie wyników numerycznych	26
Rozdział 3. Obliczenia wektorowe i macierzowe	31
Wstęp do wektorów.....	31
Wektory.....	32
Wstęp do macierzy	38
Macierze	39
Rozdział 4. Wykresy dwuwymiarowe	47
Wstęp do wykresów	47
Wykres funkcyjny w układzie kartezjańskim	48
Wykres parametryczny w układzie kartezjańskim.....	51
Formatowanie wykresu kartezjańskiego	53
Wykres funkcyjny w układzie biegunowym	58
Wykres parametryczny w układzie biegunowym	60
Formatowanie wykresu biegunowego.....	61

Rozdział 5. Wykresy trójwymiarowe.....	65
Wstęp do wykresów	65
Wykres przestrzenny danych macierzowych	67
Wykres przestrzenny powierzchni funkcyjnej	69
Wykres przestrzenny powierzchni parametrycznej.....	72
Wykres przestrzenny krzywej parametrycznej	74
Wykres poziomicowy.....	76
Rozdział 6. Równania i układy równań algebraicznych	79
Równania z jedną niewiadomą.....	79
Układy równań i nierówności	82
Optymalizacja.....	84
Rozdział 7. Analiza matematyczna.....	87
Szeregi	87
Iloczyny	89
Pochodne	91
Całki oznaczone	92

Wykresy dwuwymiarowe

Wstęp do wykresów

Mathcad posiada bogate możliwości tworzenia różnorodnych wykresów dwuwymiarowych. Dotyczy to zarówno sposobów dostarczania danych, niezbędnych do utworzenia wykresu, jak i typów wykresów płaskich.

Podstawowe dane, potrzebne do utworzenia wykresu płaskiego, to:

- ❖ *dwa wektory liczbowe* o takiej samej liczbie składowych, gdzie jeden wektor jest traktowany jako zestaw wartości zmiennej niezależnej, drugi — zależnej; program buduje wykres jako linię łamaną, której stopień gładkości zależy od zagęszczenia punktów;
- ❖ *funkcja jednej zmiennej* zadana jawnym wzorem funkcyjnym typu $y = f(x)$ oraz wektor wartości zmiennej niezależnej; Mathcad tworzy wykres jako linię łamaną, stopień wizualnej gładkości tej linii zależy od przyjętej przez użytkownika liczby składowych wektora; wariant ten pozwala na kontrolowane zagęszczanie liczby punktów w obszarze dużej zmienności funkcji i rozrzedzanie ich w pozostałej części dziedziny funkcji;
- ❖ *funkcja jednej zmiennej* zadana jawnym wzorem funkcyjnym typu $y = f(x)$; w tym przypadku Mathcad przez domniemanie zakłada pewien wektor wartości zmiennej niezależnej o takiej liczbie składowych (wartości), aby wykres był w miarę gładki;
- ❖ *dwie funkcje jednej zmiennej* zadane jawnymi wzorami funkcyjnymi typu $y = f(x)$; jest to przypadek dotyczący wykresów parametrycznych, zmienna niezależna musi być w obu wzorach ta sama; jeżeli zakres jej zmienności nie jest podany jawnie (zmienna zakresowa), to Mathcad przyjmie pewien zakres domniemany.

Dostępnymi typami wykresów są:

- ❖ wykresy w układzie kartezjańskim — funkcyjne i parametryczne,
- ❖ wykresy w układzie biegunowym — funkcyjne i parametryczne.

Szablony poszczególnych typów wykresów można wywoływać za pomocą albo skrótów klawiszowych (tabela 4.1), albo poprzez naciśnięcie odpowiedniej ikony z paska narzędzi *Graph* (rysunek 4.1). Pasek narzędzi *Graph* można wyświetlić za pomocą polecenia *Toolbars* w menu rozwijanym *View* (rysunek 4.2).

Tabela 4.1. Skróty klawiszowe wywołujące szablony wykresów 2D

Opis	Klawisz
Wykres w układzie kartezjańskim	<i>Shift+2</i>
Wykres w układzie biegunowym	<i>Ctrl+7</i>

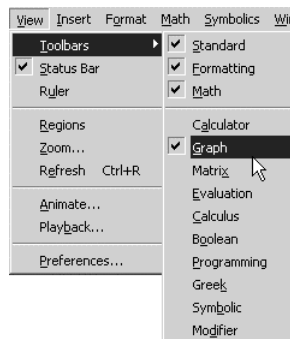
Rysunek 4.1.

Pasek narzędzi *Graph*



Rysunek 4.2.

Polecenie *Toolbars* w menu rozwijanym *View*



Wykres funkcyjny w układzie kartezjańskim

Wykres taki może być wykonany z zastosowaniem:

- ❖ wektora wartości zmiennej niezależnej i wektora wartości zmiennej zależnej,
- ❖ wektora wartości zmiennej niezależnej i wzoru funkcyjnego,
- ❖ wyłącznie wzoru funkcyjnego i zakresu zmienności zmiennej niezależnej.

Do wywołania szablonu wykresu dwuwymiarowego w układzie kartezjańskim służy albo skrót klawiszowy *Shift+2*, albo odpowiednia ikona na pasku narzędzi *Graph* (rysunek 4.3).

Rysunek 4.3.

Ikona układu
kartezjańskiego 2D
na pasku narzędzi Graph

**Ćwiczenie 4.1.**

W trakcie badań przeprowadzono pięć pomiarów wartości wielkości x oraz y . Uzyskano następujące pary wartości: $(1, 0)$, $(2, 5)$, $(3, 0)$, $(4, -5)$ oraz $(5, 0)$. Wykreśl wykres tej zależności w układzie kartezjańskim, stosując łączenie zadanych punktów odcinkami prostymi (domniemane ustawienie programu).

1. Zdefiniuj wektor x o pięciu składowych. Po uzyskaniu szablonu wektora wypełnij go wartościami zmiennej niezależnej $(1, 2, 3, 4, 5)$ — rysunek 4.4.

Rysunek 4.4.

Definicja wektora
wartości zmiennej
niezależnej

$$x := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}$$

2. Zdefiniuj wektor y o pięciu składowych. Po uzyskaniu szablonu wektora wypełnij go wartościami zmiennej zależnej $(0, 5, 0, -5, 0)$ — rysunek 4.5.

Rysunek 4.5.

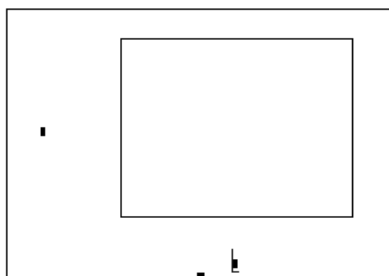
Definicja wektora
wartości zmiennej
zależnej

$$y := \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ 0 \\ -5 \\ 0 \end{pmatrix}$$

3. Wywołaj szablon wykresu dwuwymiarowego w układzie kartezjańskim (rysunek 4.6). Zastosuj skrót klawiszowy $Shift+2$ lub ikonę z paska narzędzi Graph (rysunek 4.3).

Rysunek 4.6.

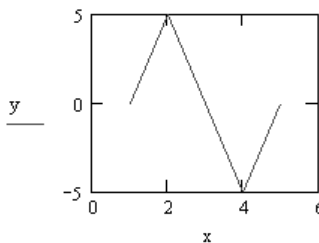
Szablon wykresu
dwuwymiarowego
w układzie kartezjańskim



4. Wypełnij odpowiednie pola szablonu nazwami wektorów danych (rysunek 4.7). Zwróć uwagę, że program automatycznie proponuje pewne zakresy skalowania osi układu, aby wykres wyglądał estetycznie.

Rysunek 4.7.

Wykres
dwuwymiarowy
w układzie kartezjańskim

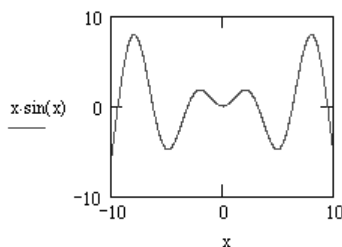
**Ćwiczenie 4.2.**

Narysuj wykres funkcji $y = x \sin x$ w przedziale zmienności x od -4π do 4π .

1. Wywołaj szablon wykresu dwuwymiarowego w układzie kartezjańskim. Do pola osi poziomej wpisz nazwę zmiennej niezależnej x , do pola osi pionowej wpisz wzór funkcji $x \sin x$ i naciśnij klawisz **Enter** (rysunek 4.8).

Rysunek 4.8.

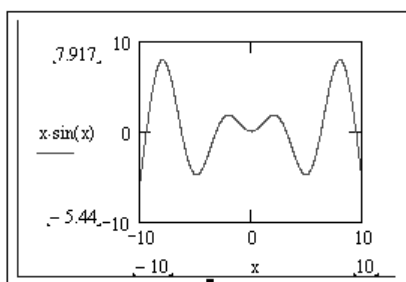
Wykres dwuwymiarowy
funkcji w układzie
kartezjańskim



2. Program automatycznie dobrał zakres zmienności zmiennej x od -10 do 10 . Jest to zakres różny od żadanego -4π do 4π , wymaga więc korekty. Kliknij wykres jeden raz lewym klawiszem myszy; wykres znajdzie się wówczas w trybie edycji (rysunek 4.9).

Rysunek 4.9.

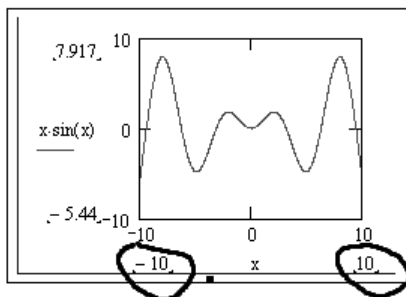
Wykres dwuwymiarowy
funkcji w układzie
kartezjańskim
w trybie edycji



3. Obok wyświetlanych „ładnych” zakresów zmienności poszczególnych osi, na rysunku 4.9 pojawiły się faktyczne wartości wyjściowe tych zakresów. Korekty wymagają zakresy osi poziomej (rysunek 4.10).

Rysunek 4.10.

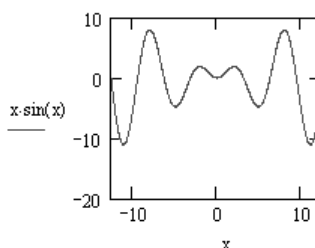
Wykres dwuwymiarowy
funkcji w układzie
kartezjańskim
w trybie edycji



4. W pola zaznaczone na rysunku 4.10 wpisz żądane wartości, czyli -4π i 4π , a następnie naciśnij klawisz *Enter*. Cursor opuści wnętrze wykresu, a sam wykres zostanie ponownie przeliczony i sformatowany w nowych zakresach (rysunek 4.11). Zwróć uwagę, że wprowadzone nowe zakresy zmienności zmiennej x nie są jawnie wyświetlane.

Rysunek 4.11.

Wykres w nowych
zadanych zakresach
zmienności zmiennej x



Wykres parametryczny w układzie kartezjańskim

Wykres taki może być wykonany dla trzech wariantów danych:

- ❖ wektory wartości obu zmiennych zależnych, wygenerowane uprzednio za pomocą parametru;
- ❖ dwa wzory funkcyjne obu zmiennych zależnych z jawnym podaniem uprzednio zdefiniowanego parametru; pozwala to na kontrolowanie zakresu zmienności parametru;
- ❖ dwa wzory funkcyjne obu zmiennych zależnych z podaniem formalnego, wcześniej niezdefiniowanego parametru; program przyjmuje dla tego parametru pewien domniemany zakres zmienności.

Do wywołania szablonu wykresu dwuwymiarowego w układzie kartezjańskim służy albo skrót klawiszowy *Shift+2*, albo odpowiednia ikona na pasku narzędzi *Graph* (rysunek 4.12).

Rysunek 4.12.

Ikona układu
kartezjańskiego 2D
na pasku narzędzi Graph

**Ćwiczenie 4.3.**

Wykonaj wykres parametryczny związków $x = \cos t$, $y = \sin t$ dla wartości parametru t zmieniających się od 0 do 100 z krokiem 5.

1. Zadana zmienność wartości parametru t jest identyczna z ciągiem arytmetycznym o wartości początkowej 0, kroku 5 i elemencie ostatnim 100. Pozwala to na wykorzystanie do zdefiniowania parametru pojęcia zmiennej zakresowej. Musisz wszakże pamiętać, że zmienna zakresowa o kroku różnym od 0 definiowana jest poprzez podanie elementów pierwszego, drugiego i ostatniego, a nie jawnego kroku (rysunek 4.13).

Rysunek 4.13.

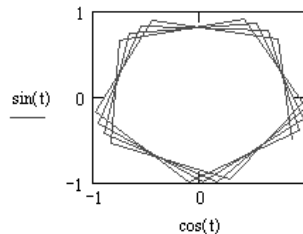
Definicja parametru t

$t := 0, 5 .. 100$

2. Wywołaj szablon wykresu dwuwymiarowego w układzie kartezjańskim za pomocą skrótu klawiszowego *Shift+2* lub odpowiedniej ikony z paska narzędzi *Graph* (rysunek 4.12). Do pola osi poziomej wpisz definicję wzoru dla zmiennej x , czyli $\cos(t)$, a dla pola osi pionowej — definicję wzoru dla zmiennej y , czyli $\sin(t)$ — rysunek 4.14. Następnie naciśnij klawisz *Enter*.

Rysunek 4.14.

Wykres parametryczny



3. Zwróć uwagę, że przebieg pokazany na rysunku 4.14 jest niezbyt gładki, ale wynika to z przyjętego w zadaniu dość dużego kroku zmienności parametru t .

Ćwiczenie 4.4.

Wykonaj w układzie kartezjańskim wykres epicykloidy danej równaniami parametrycznymi:

$$\begin{cases} x = (1 + m) \cos \phi - \cos [(1 + m)\phi] \\ y = (1 + m) \sin \phi - \sin [(1 + m)\phi] \end{cases},$$

gdzie m jest parametrem przyjmującym wartości dodatnie większe od 0. Dla parametru m przyjmij wartość $\frac{5}{7}$.

1. Zdefiniuj dwuargumentowy wzór funkcyjny dla zmiennej x , gdzie pierwszym argumentem jest parametr ϕ , a drugim argumentem parametr konfiguracyjny m (rysunek 4.15). Do wprowadzenia greckiej litery ϕ wykorzystaj pasek narzędzi *Greek* (polecenie *Toolbars* z menu rozwijanego *View*).

Rysunek 4.15.Definicja zmiennej x

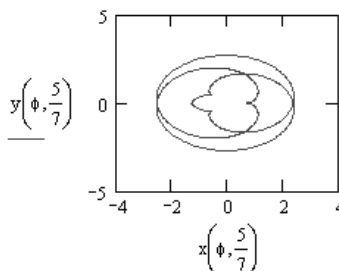
$$x(\phi, m) := (1 + m) \cdot \cos(\phi) - \cos[(1 + m)\phi]$$

2. Zdefiniuj dwuargumentowy wzór funkcyjny dla zmiennej y , gdzie pierwszym argumentem jest parametr ϕ , a drugim argumentem parametr konfiguracyjny m (rysunek 4.16). Do wprowadzenia greckiej litery ϕ wykorzystaj pasek narzędzi *Greek* (polecenie *Toolbars* z menu rozwijanego *View*).

Rysunek 4.16.Definicja zmiennej y

$$y(\phi, m) := (1 + m) \sin(\phi) - \sin[(1 + m)\phi]$$

3. Wywołaj szablon wykresu dwuwymiarowego w układzie kartezjańskim za pomocą skrótu klawiszowego *Shift+2* lub odpowiedniej ikony z paska narzędzi *Graph* (rysunek 4.12). Do pola osi poziomej wpisz nazwę funkcji x , a dla parametru konfiguracyjnego m wprowadź zadaną wartość. Do pola osi pionowej wpisz nazwę funkcji y , a dla parametru konfiguracyjnego m wprowadź zadaną wartość (rysunek 4.17). Następnie naciśnij klawisz *Enter*.

Rysunek 4.17.Wykres epicykloidy dla parametru konfiguracyjnego $5/7$ 

Formatowanie wykresu kartezjańskiego

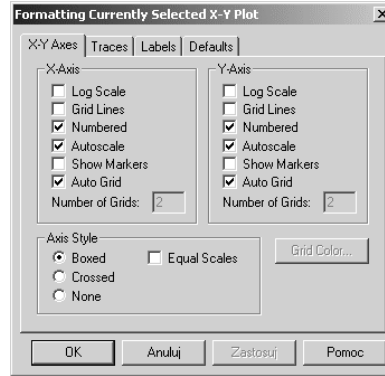
Formatowanie wykresu kartezjańskiego obejmuje:

- ❖ wyświetlenie pionowych linii siatki, wartości liczbowych oraz podziału siatki dla zmiennej niezależnej,
- ❖ wyświetlenie poziomych linii siatki, wartości liczbowych oraz podziału siatki dla zmiennej zależnej,
- ❖ ustalenie koloru, grubości i typu linii prezentującej dany przebieg,
- ❖ wyświetlenie lub ukrycie tytułu i legendy wykresu.

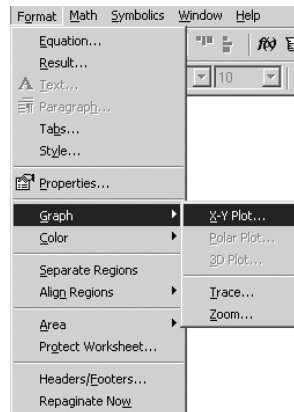
Do formatowania wykresu służy okno *Formatting Currently Selected X-Y Plot* (rysunek 4.18). Okno to może być wywołane albo poprzez dwukrotne kliknięcie lewym klawiszem myszy wybranego wykresu biegunowego, albo poprzez wybranie polecenia *X-Y Plot* w podmenu *Graph*, znajdującym się w menu rozwijanym *Format* (rysunek 4.19).

Rysunek 4.18.

Zakładka *X-Y Axes*
w oknie *Formatting*
Currently Selected
X-Y Plot

**Rysunek 4.19.**

Polecenie *X-Y Plot*
w podmenu *Graph*
w menu *Format*

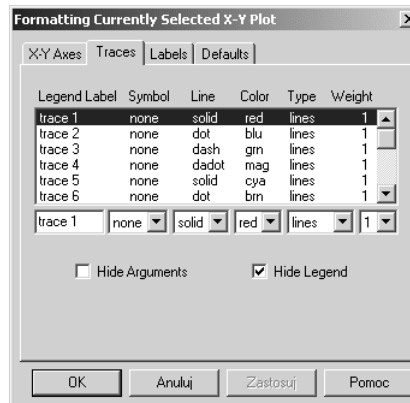


Okno *Formatting Currently Selected Polar Plot* jest wyposażone w cztery zakładki:

- ❖ *X-Y Axes* — służy do formatowania układu współrzędnych (rysunek 4.18);
- ❖ *Traces* — służy do formatowania linii, prezentujących przebiegi, i do wyświetlania legendy wykresu (rysunek 4.20);

Rysunek 4.20.

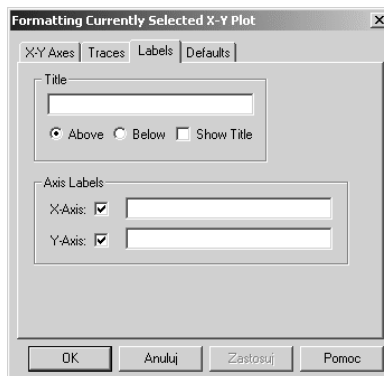
Zakładka *Traces*
w oknie *Formatting*
Currently Selected
X-Y Plot



- ❖ *Labels* — służy do wyświetlania i pozycjonowania tytułu wykresu (rysunek 4.21);

Rysunek 4.21.

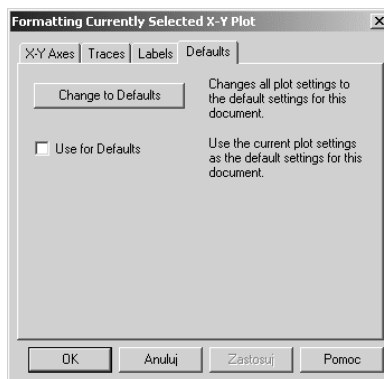
Zakładka *Labels*
w oknie *Formatting*
Currently Selected
X-Y Plot



- ❖ *Defaults* — służy do przywracania domniemanych ustawień wykresu lub przyjęcia ustawień wykresu bieżącego jako domniemanych dla arkusza (rysunek 4.22).

Rysunek 4.22.

Zakładka *Defaults*
w oknie *Formatting*
Currently Selected
X-Y Plot

**Ćwiczenie 4.5.**

Wykonaj wykres funkcji $y = \frac{3x^2 + 2}{3x^2 + 1}$.

Linii przebiegu nadaj kolor niebieski i grubość 2. Wyświetl pionowe i poziome linie siatki odniesienia. Zakres osi poziomej podziel na cztery przedziały, zakres osi pionowej podziel na dwa przedziały. Wykresowi nadaj tytuł „Fala”.

1. Zdefiniuj funkcję $y(x)$ zgodnie z powyższym wzorem (rysunek 4.23).

Rysunek 4.23.

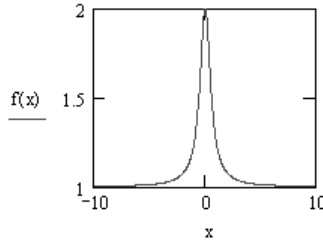
Definicja funkcji

$$f(x) := \frac{(3 \cdot x^2 + 2)}{(3 \cdot x^2 + 1)}$$

2. Wyświetl szablon wykresu kartezjańskiego. Do pola dolnego wpisz nazwę zmiennej kątowej x , a do pola bocznego funkcję $f(x)$ — rysunek 4.24. Następnie naciśnij klawisz *Enter*.

Rysunek 4.24.

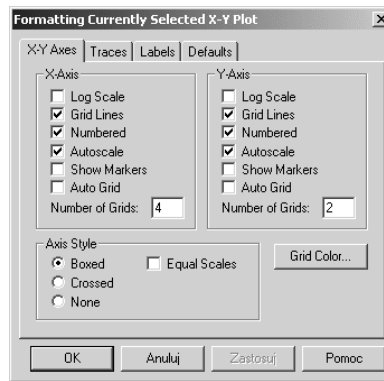
Wykres funkcji
w formatowaniu
standardowym



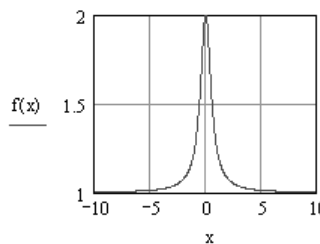
- Kliknij wykres dwa razy lewym klawiszem myszy, aby wywołać okno *Formatting Currently Selected X-Y Plot*. Wybierz zakładkę *X-Y* (rysunek 4.25). W ramce *X-Axis* zaznacz opcję *Grid Lines*. Odblokuj opcję *Auto Grid* i do pola *Number of Grids* wpisz wartość 4. W ramce *Y-Axis* zaznacz opcję *Grid Lines*, odblokuj opcję *Auto Grid* i do pola *Number of Grids* wpisz liczbę 2 (rysunek 4.25). Zamknij okno przez naciśnięcie klawisza *Enter*. Na wykresie pojawią się linie siatki odniesienia (rysunek 4.26).

Rysunek 4.25.

Ustawienia
w zakładce *X-Y Axes*

**Rysunek 4.26.**

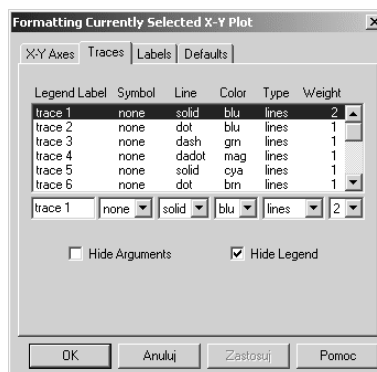
Wykres z naniesionymi
liniami siatki
odniesienia



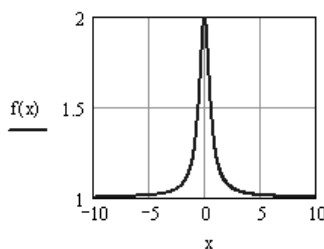
- Kliknij wykres dwa razy lewym klawiszem myszy, aby wywołać okno *Formatting Currently Selected X-Y Plot*. Wybierz zakładkę *Traces*. Dla przebiegu *trace1* zmień ustawienie *Color* na *blu*, a ustawienie *Weight* na 2 (rysunek 4.27). Następnie naciśnij klawisz *Enter*. Na wykresie linia przebiegu ulegnie pogrubieniu, a jej kolor zmieni się na niebieski (rysunek 4.28).
- Kliknij wykres dwa razy lewym klawiszem myszy, aby wywołać okno *Formatting Currently Selected X-Y Plot*. Wybierz zakładkę *Labels*. W polu *Title* wpisz tytuł „Fala” i zaznacz opcję *Show Title* (rysunek 4.29). Następnie naciśnij klawisz *Enter*. Nad wykresem pojawi się wpisany tytuł (rysunek 4.30).

Rysunek 4.27.

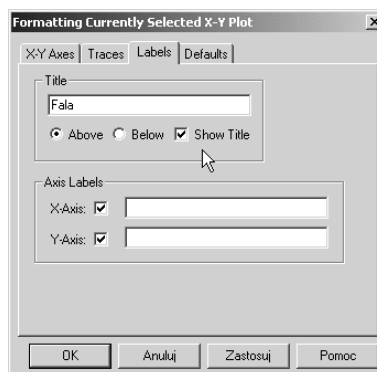
*Ustawienia
w zakładce Traces*

**Rysunek 4.28.**

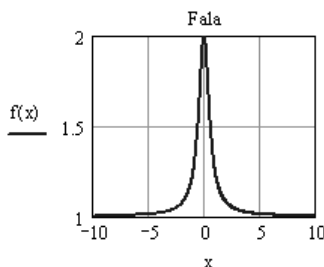
*Wykres ze zmienionym
kolorem linii przebiegu*

**Rysunek 4.29.**

*Ustawienia
w zakładce Labels*

**Rysunek 4.30.**

*Wykres z naniesionym
tytułem*



Wykres funkcyjny w układzie biegunowym

Wykres taki może być wykonany dla trzech wariantów danych:

- ❖ wektora wartości kąta wodzącego i wektora wartości promienia wodzącego,
- ❖ wektora wartości kąta wodzącego i wzoru funkcyjnego dla promienia wodzącego,
- ❖ wyłącznie wzoru funkcyjnego dla promienia wodzącego i zakresu zmienności kąta wodzącego.

Do wywołania szablonu wykresu dwuwymiarowego w układzie kartezjańskim służy albo skrót klawiszowy *Ctrl+7*, albo odpowiednia ikona na pasku narzędzi *Graph* (rysunek 4.31).

Rysunek 4.31.

Ikona układu biegunowego na pasku narzędzi *Graph*



Ćwiczenie 4.6.

Narysuj w układzie biegunowym dwa wykresy owalu Cassiniego, zdefiniowanego wzorem

$$r = \sqrt{\cos 2\phi + \sqrt{\cos^2 2\phi + m^4 - 1}},$$

gdzie m jest parametrem konfiguracyjnym. Dla wykresów przyjmij wartości parametru konfiguracyjnego $m = 1$ (krzywa nosi wówczas nazwę lemniskata) oraz $m = 1.05$.

1. Zdefiniuj dwuargumentową funkcję $r(\phi)$ zgodnie z powyższym wzorem (rysunek 4.32).

Rysunek 4.32.

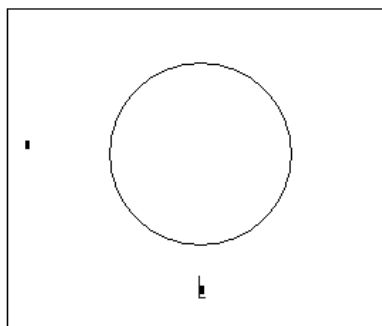
Definicja funkcji owalu Cassiniego

$$r(\phi, m) := \sqrt{\cos(2\phi) + \sqrt{\cos^2(2\phi) + m^4 - 1}}$$

2. Wywołaj szablon wykresu w układzie biegunowym (rysunek 4.33), stosując albo skrót klawiszowy *Ctrl+7*, albo odpowiednią ikonę z paska narzędzi *Graph* (rysunek 4.31).

Rysunek 4.33.

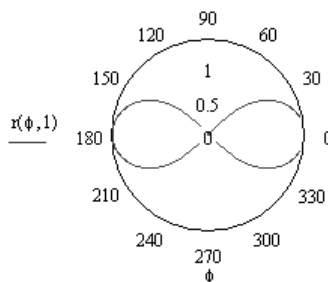
Szablon wykresu w układzie biegunowym



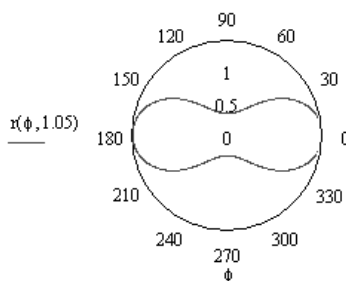
3. Do pola, znajdującego się poniżej szablonu, wpisz oznaczenie kąta wodzącego ϕ , natomiast do pola, znajdującego się obok szablonu, wpisz nazwę funkcji r z konkretną wartością m wynoszącą 1 (rysunek 3.34).

Rysunek 4.34.

Wykres lemniskaty



4. Powtórz kroki 2. i 3. dla wartości parametru m wynoszącej 1.05 (rysunek 4.35).

Rysunek 4.35.Wykres owalu Cassiniego dla wartości $m = 1.05$ **Ćwiczenie 4.7.**

Narysuj w układzie biegunowym wykres trójlistnej koniczynki wg wzoru $r(\phi) = \cos^2 \frac{3}{2} \phi$.

1. Wpisz wzór definiujący funkcję (rysunek 4.36).

Rysunek 4.36.

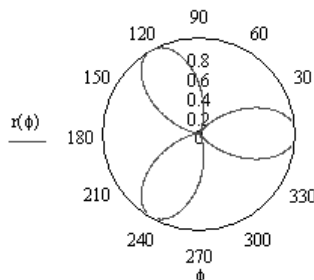
Definicja funkcji promienia wodzącego

$$r(\phi) := \cos^2(1.5 \cdot \phi)$$

2. Wywołaj szablon wykresu w układzie biegunowym. Do pola dolnego wpisz oznaczenie kąta wodzącego, a do pola bocznego wpisz funkcję promienia wodzącego (rysunek 4.37).

Rysunek 4.37.

Wykres trójlistnej koniczynki



Wykres parametryczny w układzie biegunowym

Wykres taki może być wykonany dla trzech wariantów danych:

- ❖ wektorów wartości kąta wodzącego i promienia wodzącego wygenerowanych uprzednio za pomocą parametru;
- ❖ dwóch wzorów funkcyjnych kąta wodzącego i promienia wodzącego z jawnym podaniem uprzednio zdefiniowanego parametru; pozwala to na kontrolowanie zakresu zmienności parametru;
- ❖ dwóch wzorów funkcyjnych kąta wodzącego i promienia wodzącego z podaniem formalnego, wcześniej niezdefiniowanego parametru; program przyjmuje dla tego parametru pewien domniemany zakres zmienności.

Do wywołania szablonu wykresu dwuwymiarowego w układzie biegunowym służy albo skrót klawiszowy *Ctrl+7*, albo odpowiednia ikona na pasku narzędzi *Graph* (rysunek 4.31).

Ćwiczenie 4.8.

Wykonaj wykres biegunowy przebiegu zadanego wzorami parametrycznymi

$$\begin{cases} \phi = 2\pi \cos^2 t \\ r = 1 + t + \sin^2 t \end{cases}$$

1. Zdefiniuj funkcję ϕ zależną od parametru t (rysunek 4.38).

Rysunek 4.38.

Definicja funkcji
kąta wodzącego

$$\phi(t) := 2\pi \cdot \cos(t)^2$$

2. Zdefiniuj funkcję r zależną od parametru t (rysunek 4.39).

Rysunek 4.39.

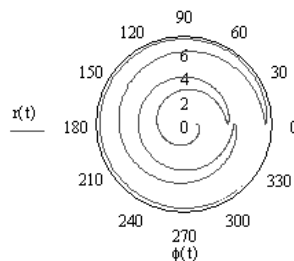
Definicja funkcji
promienia wodzącego

$$r(t) := 1 + t + \sin(t)^2$$

3. Wywołaj szablon wykresu w układzie biegunowym. Do pola dolnego wpisz funkcję definiującą kąt wodzący, a do pola bocznego funkcję definiującą promień wodzący (rysunek 4.40).

Rysunek 4.40.

Parametryczny
wykres w układzie
biegunowym



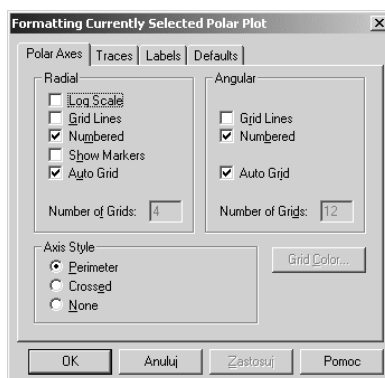
Formatowanie wykresu biegunowego

Formatowanie wykresu biegunowego obejmuje:

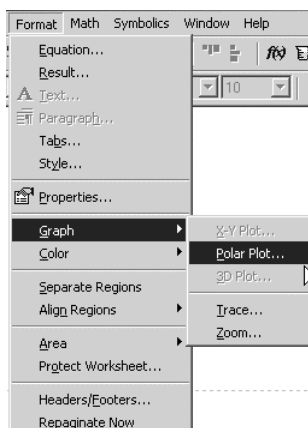
- ❖ wyświetlanie radialnych linii siatki, wartości liczbowych oraz podział siatki dla kąta wodzącego,
- ❖ wyświetlanie obwodowych linii siatki, wartości liczbowych oraz podział siatki dla promienia wodzącego,
- ❖ ustalanie koloru, grubości i typu linii prezentującej dany przebieg,
- ❖ wyświetlanie lub ukrywanie tytułu i legendy wykresu.

Do formatowania wykresu służy okno *Formatting Currently Selected Polar Plot* (rysunek 4.41). Okno to może być wywołane albo poprzez dwukrotne kliknięcie lewym klawiszem myszy wybranego wykresu biegunowego, albo poprzez wybranie polecenia *Polar Plot* w podmenu *Graph*, znajdującym się w menu rozwijanym *Format* (rysunek 4.42).

Rysunek 4.41.
Zakładka *Polar Axes*
w oknie *Formatting
Currently Selected
Polar Plot*



Rysunek 4.42.
Polecenie *Polar Plot*
w podmenu *Graph*
w menu *Format*



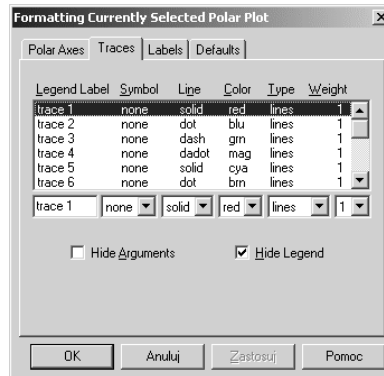
Okno *Formatting Currently Selected Polar Plot* jest wyposażone w cztery zakładki:

- ❖ *Polar Axes* — służy do formatowania układu współrzędnych (rysunek 4.41);

- ❖ *Traces* — służy do formatowania linii, prezentujących przebiegi, i do wyświetlania legendy wykresu (rysunek 4.43);

Rysunek 4.43.

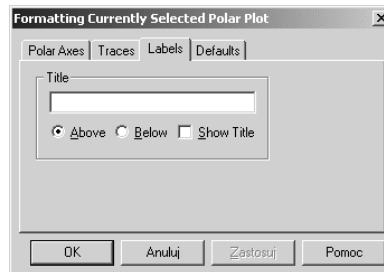
Zakładka *Traces*
w oknie *Formatting*
Currently Selected
Polar Plot



- ❖ *Labels* — służy do wyświetlania i pozycjonowania tytułu wykresu (rysunek 4.44);

Rysunek 4.44.

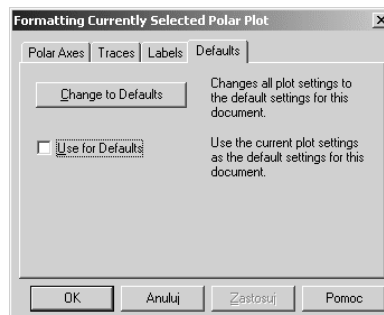
Zakładka *Labels*
w oknie *Formatting*
Currently Selected
Polar Plot



- ❖ *Defaults* — służy do przywracania domniemanych ustawień wykresu lub przyjęcia ustawień wykresu bieżącego jako domniemanych dla arkusza (rysunek 4.45).

Rysunek 4.45.

Zakładka *Defaults*
w oknie *Formatting*
Currently Selected
Polar Plot

**Ćwiczenie 4.9.**

Wykonaj wykres spirali Archimedesesa $r = 2\phi$. Ustaw dla linii przebiegu kolor niebieski. Wyświetl siatkę kąta wodzącego co 45° . Ponad wykresem wyświetl tytuł „Spirala Archimedesesa”.

1. Zdefiniuj funkcję $r = 2\phi$ (rysunek 4.46).

Rysunek 4.46.

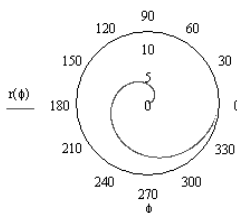
Definicja spirali
Archimedesesa

$$r(\phi) := 2\phi$$

- Wyświetl szablon wykresu biegunowego. Do pola dolnego wpisz nazwę zmiennej kątowej ϕ , a do pola bocznego funkcję promienia wodzącego (rysunek 4.47). Następnie naciśnij klawisz *Enter*.

Rysunek 4.47.

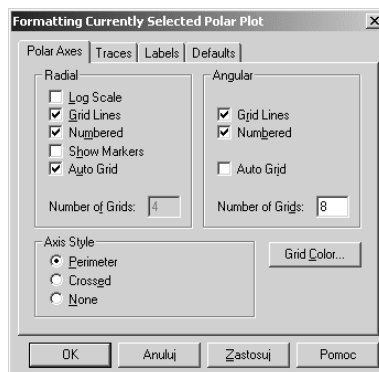
Wykres spirali
Archimedesesa
w układzie
biegunowym



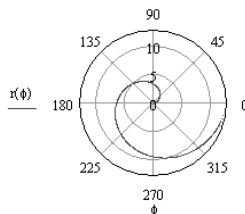
- Kliknij wykres dwa razy lewym klawiszem myszy, aby wywołać okno *Formatting Currently Selected Polar Plot*. Wybierz zakładkę *Polar Axes* (rysunek 4.41). W ramce *Radial* zaznacz opcję *Grid Lines*. W ramce *Angular* zaznacz opcję *Grid Lines*, odblokuj opcję *Auto Grid* i do pola *Number of Grids* wpisz liczbę 8 (rysunek 4.48). Liczba ta wynika z podziału kąta pełnego przez 45° . Zamknij okno przez naciśnięcie klawisza *Enter*. Na wykresie pojawią się linie siatki odniesienia (rysunek 4.49).

Rysunek 4.48.

Ustawienia
w zakładce *Polar Axes*

**Rysunek 4.49.**

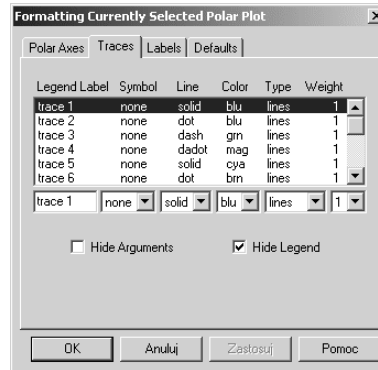
Wykres z naniesionymi
liniami siatki
odniesienia



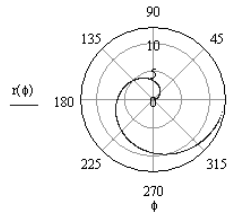
- Kliknij dwa razy lewym klawiszem myszy w wykres, aby wywołać okno *Formatting Currently Selected Polar Plot*. Wybierz zakładkę *Traces*. Dla przebiegu *trace1* zmień ustawienie *Color* na *blu* (rysunek 4.50). Następnie naciśnij klawisz *Enter*. Na wykresie kolor linii przebiegu ulegnie zmianie na niebieski (rysunek 4.51).

Rysunek 4.50.

Ustawienia
w zakładce Traces

**Rysunek 4.51.**

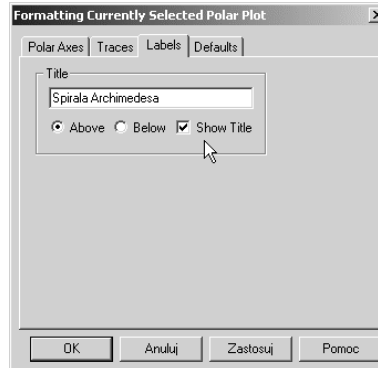
Wykres ze zmienionym
kolorem linii przebiegu



- Kliknij wykres dwa razy lewym klawiszem myszy, aby wywołać okno *Formatting Currently Selected Polar Plot*. Wybierz zakładkę *Labels*. W polu *Title* wpisz tytuł „Spirala Archimedesesa” i zaznacz opcję *Show Title* (rysunek 4.52). Następnie naciśnij klawisz *Enter*. Nad wykresem pojawi się wpisany tytuł (rysunek 4.53).

Rysunek 4.52.

Ustawienia
w zakładce Labels

**Rysunek 4.53.**

Wykres z naniesionym
tytułem

