


REPREZENTAREA GRAFICĂ A FUNCȚIILOR REALE DE O VARIABILĂ REALĂ

1. Scopul lucrării

Lucrarea are ca scop însușirea de către studenți a modului de lucru pentru reprezentarea grafică a funcțiilor reale de o singură variabilă reală, numite și reprezentări grafice 2D, cu produsul program Mathcad.

2. Noțiuni teoretice

Pentru reprezentări grafice produsul Mathcad dispune de operatori specifici conținuți în instrumentul *Graph*. Pentru a deschide bara de instrumente *Graph*, se activează butonul  din bara de instrumente *Math*, sau prin comanda *View > Toolbars > Graph* din meniuri (Fig. 1).

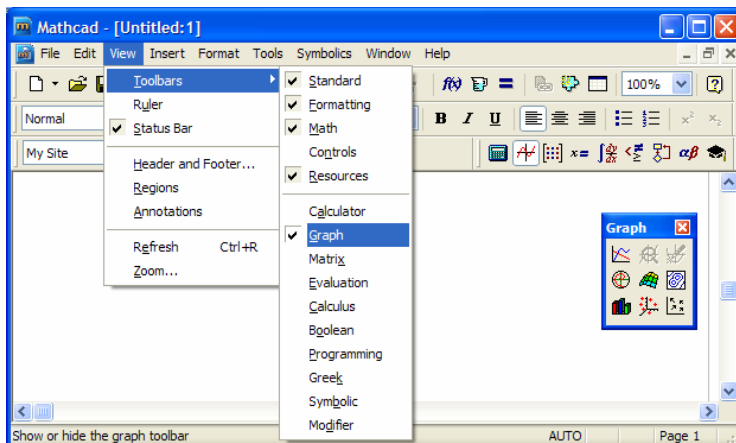



Fig. 1 Instrumentul *Graph*

Operatorii conținuți în instrumentul *Graph* sunt prezentați în Tab. 1.


Tab. 1

Graph	Operator	Semnificație	Tastatură
	X-Y Plot	Reprezentare grafică într-un sistem de axe cartezian	@
	Zoom	Modificare scara de vizualizare a graficului	
	Trace	Determinare a coordonatelor unui punct de pe grafic	
	Polar Plot	Reprezentare grafică polară	[Ctrl]7
	Surface Plot	Reprezentare grafică a suprafețelor sub formă de pânze	[Ctrl]2
	Contour Plot	Reprezentare grafică a suprafețelor sub formă de linii de contur	[Ctrl]5
	3D Bar Plot	Reprezentare grafică a suprafețelor sub formă de bare	
	3D Scatter Plot	Reprezentare grafică a suprafețelor sub formă de puncte	
	Vector Field Plot	Reprezentare grafică sub formă de câmp de vectori	

2.1. Reprezentarea carteziană (X-Y Plot)

Pentru reprezentarea grafică a funcțiilor reale de o singură variabilă reală, se execută următorii pași:

1. Se definește domeniul de variație al variabilei pentru care se dorește reprezentarea grafică a funcției.

Înainte de a începe reprezentarea grafică se deschide instrumentul *Matrix*, din bara de instrumente *Math* (se acționează butonul ) , sau comanda *View > Toolbars > Matrix* din meniuri.

Pentru definirea limitelor de variație ale variabilei se poate alege una dintre următoarele posibilități:



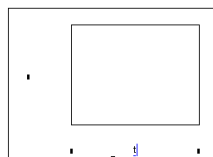
Se tastează:	Se obține:	Observații:
t: <input type="text" value="m..n"/> -2[Tab]3	t:=-2..3	Variabila t cuprinde numerele în intervalul de la -2 la 3 cu pasul de incrementare 1
t:-2;3	t:=-2..3	Același interval pentru variabila t
t:-2,-1.5;3	t:=-2,-1.5..3	Variabila t cuprinde numerele în intervalul de la -2 la 3 cu pasul de incrementare 0.5

2. Se activează comanda *Graph > X-Y Plot* din meniul *Insert*, se tastează @, sau se apasă butonul din bara de instrumente *Graph* pentru a crea operatorul de plotare X-Y;

X-Y Plot



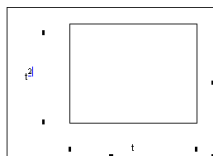
3. În locul indicat, pe axa x (axa orizontală), se scrie numele variabilei (t);



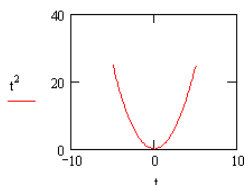
4. În locul indicat, pe axa y (axa verticală) se scrie expresia funcției care se reprezintă grafic (t^2);

Dacă expresia de reprezentat are o formă matematică mai complicată, atunci se definește o funcție f , căreia i se atribuie expresia respectivă ($f(x):=$).

În locul indicat, pe axa y, se scrie numele funcției ($f(x)$).



5. Pentru obținerea reprezentării grafice se apasă **click** (de la mouse) sau se tastează **[Enter]**.



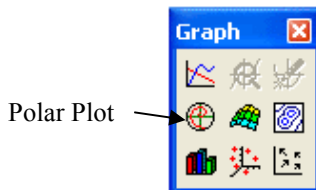
2.2. Reprezentarea polară (Polar Plot)

Pentru a crea o reprezentare polară se execută pași similari cu reprezentarea carteziană, cu modificarea corespunzătoare a comenzilor:

1. Se definește domeniul de variație al variabilei:

$$\theta := -2 \cdot \pi, -4.8 .. 2 \cdot \pi;$$

2. Se activează comanda *Graph* > *Polar Plot* din meniul *Insert*, sau se tastează *[Ctrl]7*, sau se apasă butonul din bara de instrumente *Graph* pentru a crea operatorul *Polar Plot*;

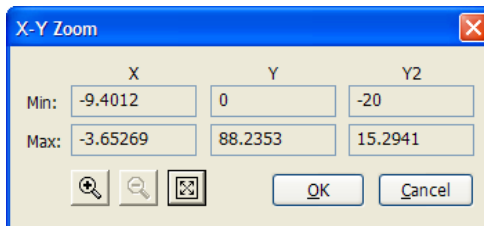
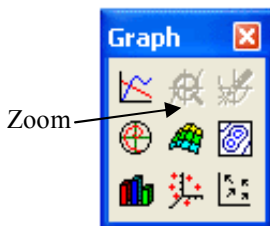



3. În locul indicat, pe axa unghiulară, se scrie numele variabilei (θ);
4. În locul indicat, pe axa radială, se scrie expresia funcției de plotat;
5. Pentru obținerea reprezentării grafice se apasă **click** (de la mouse) sau se tastează **[Enter]**.

2.3. Scara de vizualizare a graficului (Zoom)

Pentru a mări o porțiune din grafic se procedează astfel:

1. Se selectează graficul;
2. Se alege comanda *Graph* > *Zoom* din meniul *Format*, sau se apasă **click** dreapta pe grafic și se alege *Zoom*, sau se apasă butonul *Zoom* din bara de instrumente *Graph*. Ca urmare, se deschide fereastra de dialog *X-Y Zoom*.

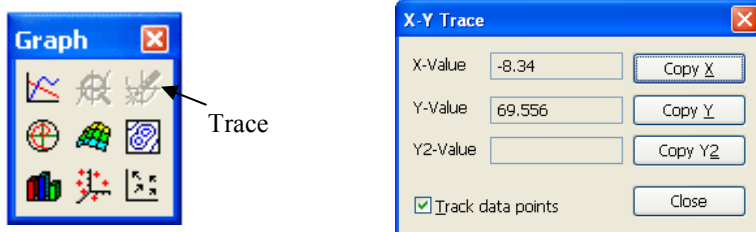


3. Porțiunea din grafic care se dorește a fi mărită se încadrează într-un dreptunghi;
4. Se apasă butonul „+” pentru a vizualiza zona selectată la o scară mărită;
5. Revenirea la dimensiunile inițiale ale graficului se face prin apăsarea butonului .

2.4. Determinarea coordonatelor unui punct de pe grafic

Pentru aflarea coordonatelor unui punct de pe grafic se procedează astfel:

1. Se selectează graficul dorit;
2. Se alege comanda *Graph > Trace* din meniul *Format*, sau se face *click dreapta* pe grafic și se alege *Trace*, sau se apasă butonul *Trace* din bara de instrumente *Graph*. Ca urmare, se deschide fereastra de dialog *X-Y Trace*.



3. Se indică cu mouse-ul punctul de pe grafic pentru care se vor determina coordonatele. Fereastra *X-Y Trace* va indica valorile *X* și *Y* pentru punctul ales, în ferestrele *X-Value*, respectiv *Y-Value*.

4. Comenzile *Copy X* și *Copy Y* copiază aceste valori.
5. Dacă este activă comanda *Track Data Points*, mouse-ul va selecta numai puncte de pe grafic.

2.5. Personalizarea reprezentărilor grafice

2.5.1. Setarea proprietăților axelor (pentru *X-Y Plot* sau *Polar Plot*)

Pentru setarea caracteristicilor axelor se face *dublu-click* pe grafic sau comanda *Graph > XY Plot* sau *Graph > Polar Plot* din meniul *Format*. Ca urmare, se deschide o fereastră de dialog (Fig. 2), în care se selectează eticheta *X-Y Axes*.

Sunt posibile diferite opțiuni pentru fiecare axă în parte: pentru axele *x*, respectiv *y* și secundară *y*, sau axele radială și unghiulară. Prin comanda *Apply* se pot urmări imediat opțiunile selectate:

- *Enable secondary Y-axis*

Dacă această opțiune este activă, axa secundară *y* poate fi plasată, în locul indicat, în partea dreaptă a graficului. În acest caz, pe grafic se obțin două expresii cu scale diferite pe cele două axe *y* (primară și secundară). Totodată, în acest dialog, se pot seta opțiunile pentru *Secondary Y Axis*.

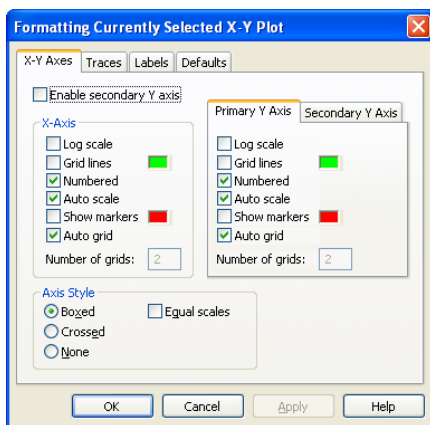
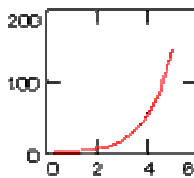


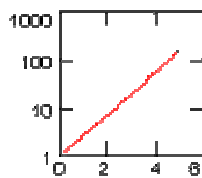
Fig. 2 Setarea opțiunilor de plotare

- *Log Scale*

Dacă această opțiune este activă se va afișa scară logaritmică pe axa respectivă. Limitele axelor trebuie să fie pozitive. Nu este posibilă pentru scala unghiulară din *Polar Plot*.



Log Scale-Inactivă



Log Scale-Activă

- *Grid Lines*

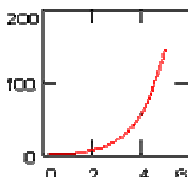
Dacă această opțiune este activă, se vor afișa linii de grid pentru axa respectivă. Pentru modificarea culorii liniilor de grid se face *click* pe dreptunghiul colorat (din dreapta opțiunii) și se poate schimba culoarea liniilor de grid.

- *Numbered*

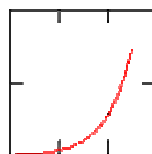
Dacă această opțiune este activă, semnele marcate pe axa respectivă vor fi numerotate.

- *Autoscale*

Stabilirea limitele axelor se face în apropierea primului și ultimului semn marcat din domeniul de date. Implicit, plotarea este *Autoscale* pentru ambele axe.



Numbered Axes
Activă



Numbered Axes
Inactivă

Această opțiune nu este activă pentru Polar Plots.

- *Show Markers*

Se pot adăuga una sau două linii orizontale, verticale sau radiale pe grafic. Dacă această opțiune este activă vor apare două locuri indicate, pe axe, pentru care *marker-ele* sunt active. Pentru modificarea culorii liniilor de *marker* se face *click* pe dreptunghiul colorat (din dreapta opțiunii) și se poate schimba culoarea liniilor de *marker*.

Această opțiune nu este posibilă pentru scala unghiulară din *Polar Plots*.

- *Auto Grid*

Dacă această opțiune este activă, numărul semnelor marcate pe axă se alege în mod automat. Dacă nu este activă, se poate modifica numărul semnelor de pe axe prin dreptunghiul din dreapta opțiunii *Number of Grids*.

Pentru scara logaritmică opțiunea *Auto Grid* nu poate fi inactivată.

- *Number of Grids*

Numărul liniilor de *grid* poate fi schimbat dacă comanda *Auto Grid* nu este activă. Această valoarea poate fi un număr întreg între 2 și 99.

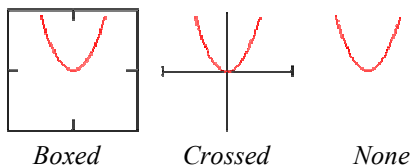
- *Axes Style – Boxed, Crossed, None*

Această opțiune permite afișarea graficului astfel:

- *Crossed*, dacă intersecția axelor apare în centrul reprezentării grafice;

- *Boxed*, dacă apar intersecțiile axelor cu marginile din stânga și de jos ale reprezentării grafice;

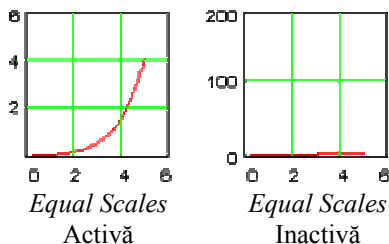
- *None*, dacă axele nu apar.



- *Equal Scales*

Dacă această opțiune este activă, axele x și y au aceeași scală. Dacă această opțiune este inactivă, scala pe axa x este independentă de scala pe axa y .

Această opțiune nu este posibilă pentru *Polar Plots*.



2.5.2. Setarea tipului liniilor (pentru X-Y Plot sau Polar Plot)

Pentru setarea caracteristicilor liniilor reprezentărilor grafice se selectează eticheta *Traces* din fereastra pentru setarea opțiunilor de plotare (Fig. 2), rezultând fereastra de dialog din Fig. 3, care conține următoarele opțiuni:

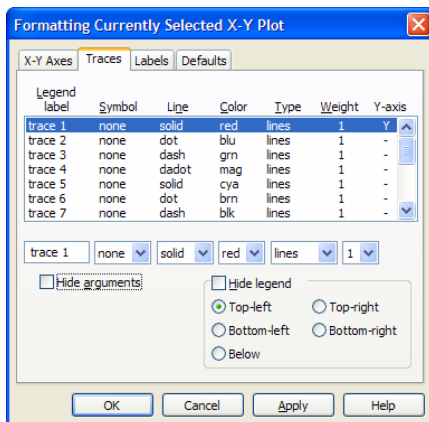


Fig. 3 Setarea tipului liniilor

- Selectarea graficului dorit din reprezentarea grafică (**Legend label**), care poate varia între *trace 1* și *trace 16*.
- Simbolul (**Symbol**) poate fi: **none** – fără simbol, **x's** cu *x*-uri, **+s** cu *plusuri*, **box** cu *pătrături*, **dmnd** cu *romburi*, **o's** cu litera *o*;
- Linia de trasare (**Line**) poate fi:
 - **Solid**, linie continuă;
 - **Dot**, linie scurtă întreruptă;
 - **Dash**, linie lungă întreruptă;
 - **Dadot**, linie punct.
- Culoarea (**Color**) graficului (*red*-roșu, *blu*-albastru, *grn*-verde, *mag* – magenta, *cya*- cian, *brn* – maro, *blk* – negru, *wht* – alb);
- Tipul liniei (**Type**) cu care se trasează graficul: *lines* - grafic cu linii, *points* – grafic cu puncte, *error* – grafic cu bare de eroare, numai dacă există două grafice care trebuie comparate, *bar* – grafic cu bare, *step* – grafic scară, *draw* – grafic desenat, *stem* – grafic sub formă de bare ce au cerc în capătul barei, *solidbar* – grafic cu bare pline);
- Grosimea liniei graficului (**Weight**) ce poate varia între 1 și 9.

2.5.3. Setarea etichetelor axelor (pentru plotarea X-Y Plot sau Polar Plot)

Pentru afișarea titlului și etichetelor pe cele două axe, se selectează eticheta *Labels* din fereastra pentru setarea opțiunilor de plotare (Fig. 2), iar dacă se dorește și modificarea setărilor implicite, pentru toate reprezentările grafice din document, se selectează eticheta *Defaults*, rezultând ferestrele de dialog din Fig. 4, respectiv Fig. 5.

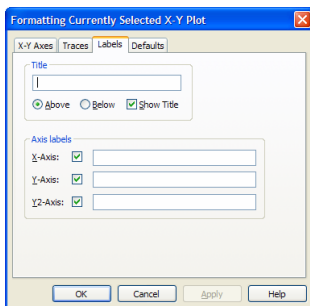


Fig. 4 Setarea etichetelor

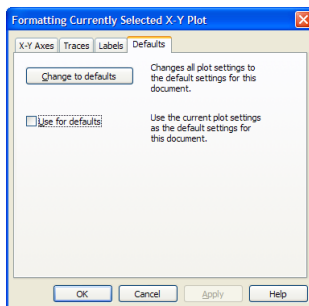


Fig. 5 Modificarea setărilor implicite

3. Chestiuni de studiat

3.1. Să se reprezinte grafic următoarele funcții reale de o variabilă reală:

1. $f(x) := 1 + \sqrt{25 - x^2} + |1 - \sqrt{25 - x^2}|$, pentru $x \in [-5, 5]$
2. $f(x) := \sqrt[3]{x^2} + |x^2|$, pentru $x \in [-3, 3]$
3. $f(x) := |x^3 + 1| \cdot \sqrt{x^3 + 1} + x$, pentru $x \in [-1, 1]$
4. $f(x) := \sqrt{|1 - x^2|} + \sqrt{1 + x^2}$, pentru $x \in [-2, 2]$
5. $f(x) := x^2 \cdot \ln\left(\frac{1}{x^2}\right)$, pentru $x \in [-1, 1]$
6. $f(x) := x \cdot \frac{1}{e^{|x|}}$, pentru $x \in [-10, 10]$
7. $f(x) := \ln|x| \cdot \sin(x)$, pentru $x \in [-2\pi, 2\pi]$

8. $f(x) = \frac{1}{x^2} \cdot \ln(x^2)$, pentru $x \in [1, 5]$
9. $f(x) = \frac{1}{x^2} \cdot \sin(x^2)$, pentru $x \in [-5, 5]$
10. $f(x) = \cos(x) \cdot \sin(x) - \sin(x)$ pentru $x \in [-4\pi, 4\pi]$

3.2. Să se reprezinte în coordonate polare următoarele funcții:

1. $\rho(\theta) = 2 \cdot \theta$ și $\xi(\theta) = -2 \cdot \theta$, unde: $\theta \in [0, 2\pi]$.
2. $\rho(\theta) = e^{15 \cdot \theta}$, $\rho(\theta) = e^{-\frac{2}{15} \cdot \theta}$, unde: $\theta \in [0, 6\pi]$.
3. $\rho(\theta) = \sqrt[3]{\theta^2} + 3 \cdot \sqrt[5]{\theta^2} + 2 \cdot \sqrt[7]{\theta^2}$, unde: $\theta \in [0, 5\pi]$.
4. $f(t) = \cos(t)^2 + \sin(t)^2$; $g(t) = 2 \cdot \sin(t) + 2 \cdot \cos(t)$, unde:
 $t \in [0, 2\pi]$.

3.3. Să se personalizeze graficele astfel:

1. linie continuă, culoare albastru, grosimea liniei 2, titlu: „Funcția f”, eticheta pe abscisă: „x”, eticheta pe ordonată: „f(x)”, legenda afișată în stânga sus;
2. linie punct, culoare verde, grosimea liniei 3, titlu și etichete pe axe, legenda afișată în stânga jos;
3. linie întreruptă, culoare magenta, grosimea liniei 1, titlu sub grafic și etichete pe axe, legenda afișată în dreapta sus;
4. linie întreruptă-punct, culoare negru, grosimea liniei 3, titlu și etichete pe axe, legenda afișată în dreapta jos;
5. linie punct, culoare bleu, grosimea liniei 3, titlu deasupra graficului și etichete pe axe, legenda afișată în afara graficului;
6. linie întreruptă, culoare albastru, grosimea liniei 2, titlu și etichete pe axe, legenda ascunsă;
7. linie continuă, culoare maro, grosimea liniei 3, titlu și etichete pe axe;
8. linie întreruptă-punct, culoare verde, grosimea liniei 4, titlu și etichete pe axe;
9. linie continuă, culoare magenta, grosimea liniei 3, titlu și etichete pe axe;
10. linie punct, culoare bleu, grosimea liniei 2, titlu și etichete pe axe;

3.4. Să se reprezinte în același sistem de axe funcțiile de la §3.1/1 și §3.1/2, păstrându-se caracteristicile acestora de la §3.3/1, respectiv §3.3/2.

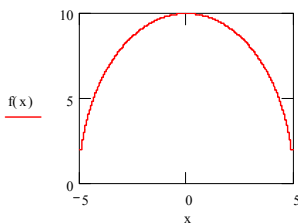
4. Modul de lucru

4.1. Se vor executa următorii pași pentru a se obține reprezentarea grafică corespunzătoare funcției de la §3.1/1: \Rightarrow

$$x := -5, -5 + 0.001.. 5$$

$$f(x) := 1 + \sqrt{25 - x^2} + \left| 1 - \sqrt{25 - x^2} \right|$$

Se va proceda analog pentru celelalte funcții de la §3.1.



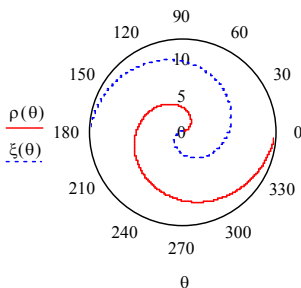
4.2. Se vor executa următorii pași pentru a se obține reprezentarea grafică corespunzătoare funcției de la §3.2/1: \Rightarrow

$$\theta := 0, 0.0001.. 2\pi$$

$$\rho(\theta) := 2 \cdot \theta$$

$$\xi(\theta) := -2 \cdot \theta$$

Se va proceda analog pentru celelalte funcții de la §3.2.



5. Conținutul referatului

Referatul trebuie să conțină:

- Titlul și scopul lucrării
- Noțiuni teoretice
- Chestiuni de studiat
- Rezultatele obținute și observații personale.